Gli speciali di **Sky at Night**

IL NUOVO UNIVERSO

LA RIVOLUZIONE ASTRONOMICA DEL XXI SECOLO

BIG BANG DA RISCRIVERE

Nel giovane universo brillano luci non previste dalla teoria cosmologica

SULLE CRIO-LUNE CON JUICE

Nuovi mondi sotto la crosta ghiacciata dei tre satelliti di Giove

LISA E GLI ALTRI
Il futuro della ricerca in astrofisica e cosmologia

MERAVIGLIE E MISTERI

I nuovi telescopi spaziali e terrestri aprono le porte sull'universo inesplorato

TROPPE GALASSIE PRIMORDIALI

Massicce, numerose e variegate, le antiche sorelle della Via Lattea

PIANETI ABITABILI IN VISTA

Webb li cerca nelle corone stellari e studia le atmosfere a caccia di vita

EUCLID, L'OCCHIO CHE VA OLTRE

Materia oscura e baby stelle: la più grande mappa del cosmo

Sprea EDITORI

FINALMENTE ANCHE IN ITALIA

LA PIÙ PRESTIGIOSA RIVISTA INTERNAZIONALE DI ASTRONOMIA

Scansiona il QR Code

IN EDICOLA A PARTIRE DAL 9 AGOSTO

Evita di perdere la tua copia! ABBONATI SUBITO su www.sprea.it/skyatnight

DOV'È IL CONFINE?

L'astronomia vive un'epoca entusiasmante. Ogni mese qualche scoperta rivoluziona o perfeziona ciò che sappiamo dell'Universo. Mai le conoscenze sono cresciute così in fretta. È un po' come quando, tra il 1609 e il 1611, Galileo scoprì le montagne della Luna, i satelliti di Giove, le fasi di Venere, le macchie solari, uno sterminato panorama di stelle nella Via Lattea. Quelle scoperte cancellavano tremila anni di scienza antica. Nasceva il metodo scientifico, si schiudeva la cosmologia moderna.

Fu un piccolo cannocchiale a inaugurare la nuova era. Oggi accade grazie ai telescopi spaziali James Webb e Euclid, senza dimenticare il caro vecchio Hubble. Con decine di sonde in orbita e colossali strumenti al suolo, gli astronomi "correggono" il Big Bang avanzando tra meraviglie e misteri: inattese galassie primordiali, materia e energia oscure, voraci buchi neri. E sono sempre più vicini a trovare pianeti di altre stelle dove forse c'è vita, anche intelligente.

Questi "speciali" si propongono di offrire una visione d'insieme delle scoperte che il bimestrale BBC Sky at Night presenta inseguendo l'attualità. Saranno in edicola, ma anche nelle migliori librerie. Iniziamo da uno sguardo complessivo all'Universo. È una galleria di immagini vertiginose che ci portano ai confini estremi del cosmo, senza trascurare il Sistema solare, l'umile villaggio, che ospita il nostro pianeta.

Sfogliando queste pagine, molti si domanderanno dove passi la frontiera cosmica. C'è un po' di confusione negli articoli divulgativi su questo tema. Quasi tutti sanno che il Big Bang, l'origine dell'universo, è databile a 13 miliardi e 700 milioni di anni fa. Quindi, molti suppongono che il confine si trovi a 13 miliardi e 700 milioni di anni luce in ogni direzione, e che l'universo abbia un diametro (in espansione) di circa 28 miliardi di anni luce. Non è così. Ignoriamo se l'universo sia finito o infinito, e non ne conosciamo le dimensioni "reali". Possiamo però parlare di "universo osservabile" e "orizzonte cosmologico", oltre il quale non è possibile indagare. Si stima che tale orizzonte delimiti intorno a noi una sfera dal raggio di 46 miliardi di anni luce (e dunque con un diametro di circa 92 miliardi).

Perché non è consentito guardare oltre l'orizzonte cosmologico? Semplicemente - si fa per dire - perché oltre quella distanza l'universo si espande a velocità superluminale, e dunque la luce di ciò che c'è oltre non ci raggiungerà mai. Non solo. Poiché dal 1998 sappiamo che lo spazio tra le galassie si dilata a velocità accelerata, l'orizzonte cosmologico tende ad avvicinarsi. La conclusione, facendo i calcoli secondo questo modello, è sorprendente: l'universo osservabile si riduce di 2 miliardi di anni luce ogni miliardo di anni. Un giorno, la nostra galassia sarà del tutto isolata, avvolta in un buio impenetrabile. Ma è presto per preoccuparsi.

Piero Bianucci

SOMMARIO

03 Meraviglie e misteri
Scoperte per il Terzo Millennio

TELESCOPI
Nuovi occhi indagano il cosmo

06 Lo sguardo di Jwst
Il 2 luglio 2022 sbocciava una nuova astronomia

14 Euclid cerca la materia oscura
Ci sfugge, ma ne intravediamo le tracce

22 Juno, bilancio delle scoperte
Un nuovo sguardo sotto le nubi di Giove

26 Hubble ci vede ancora bene
L'immensa eredità del "grande vecchio"

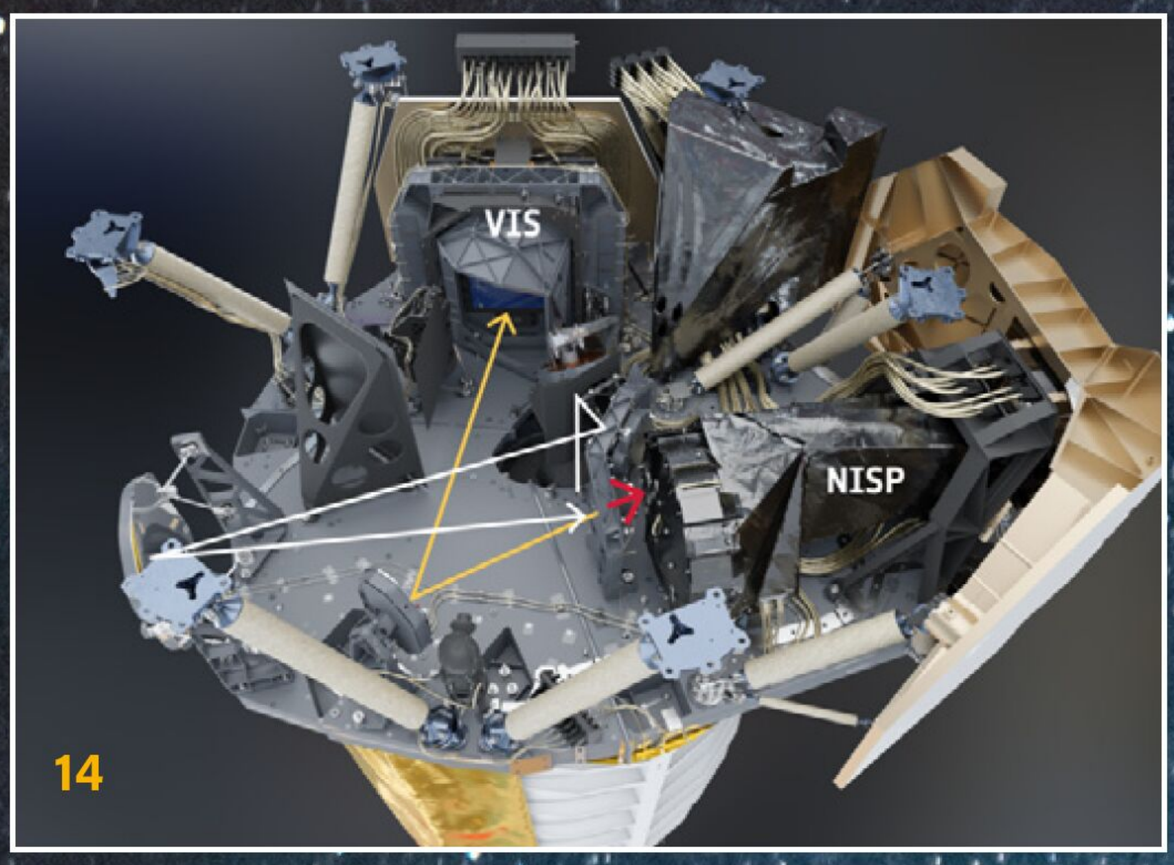
NUOVA SCIENZA
Cosa stiamo scoprendo e cosa ci aspetta

30 Big Bang da riscrivere
Nel giovane universo brillano luci non previste dalla teoria cosmologica

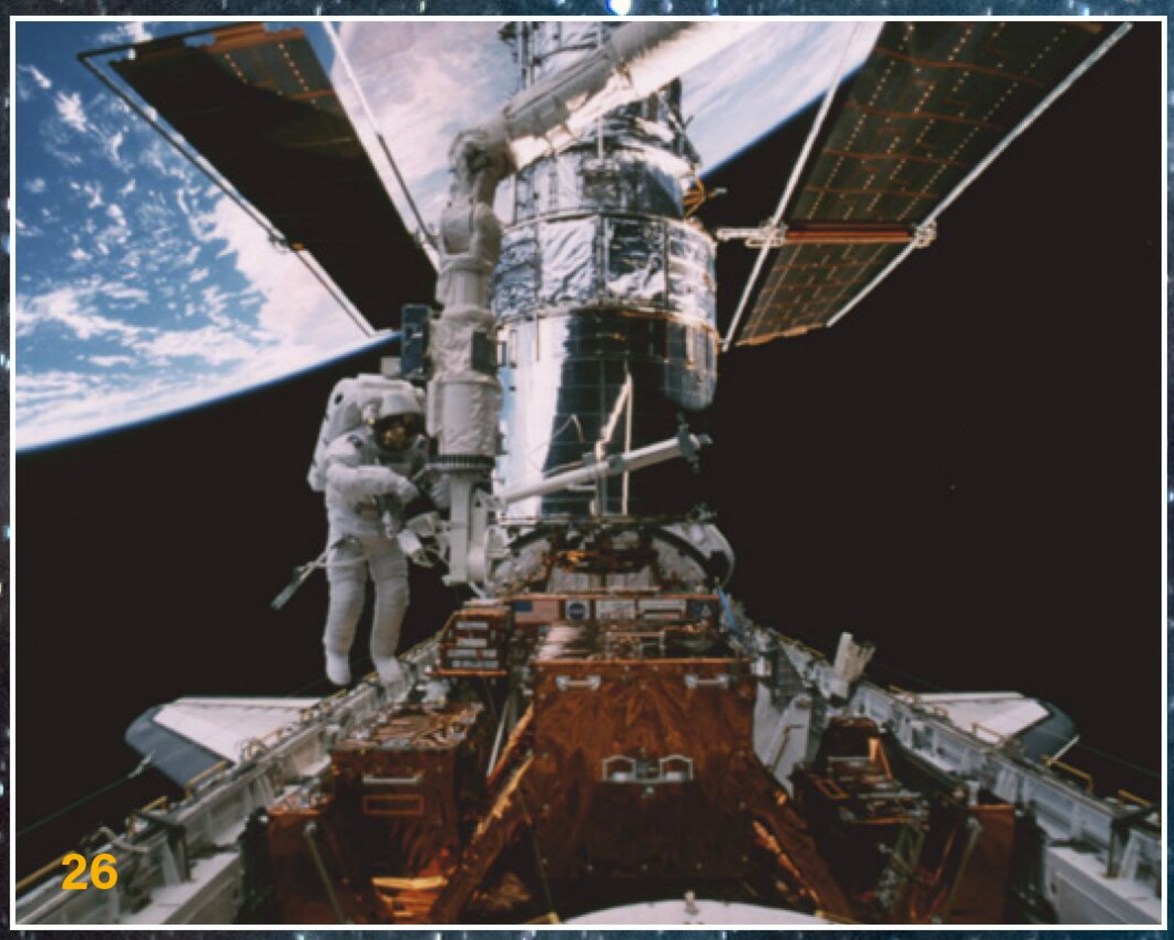
36 Galassie primordiali
Le antiche sorelle della Via Lattea: massicce, numerose, variegate

42 Pianeti abitabili in vista
Ma il vero problema è che non sappiamo bene cosa sia la vita

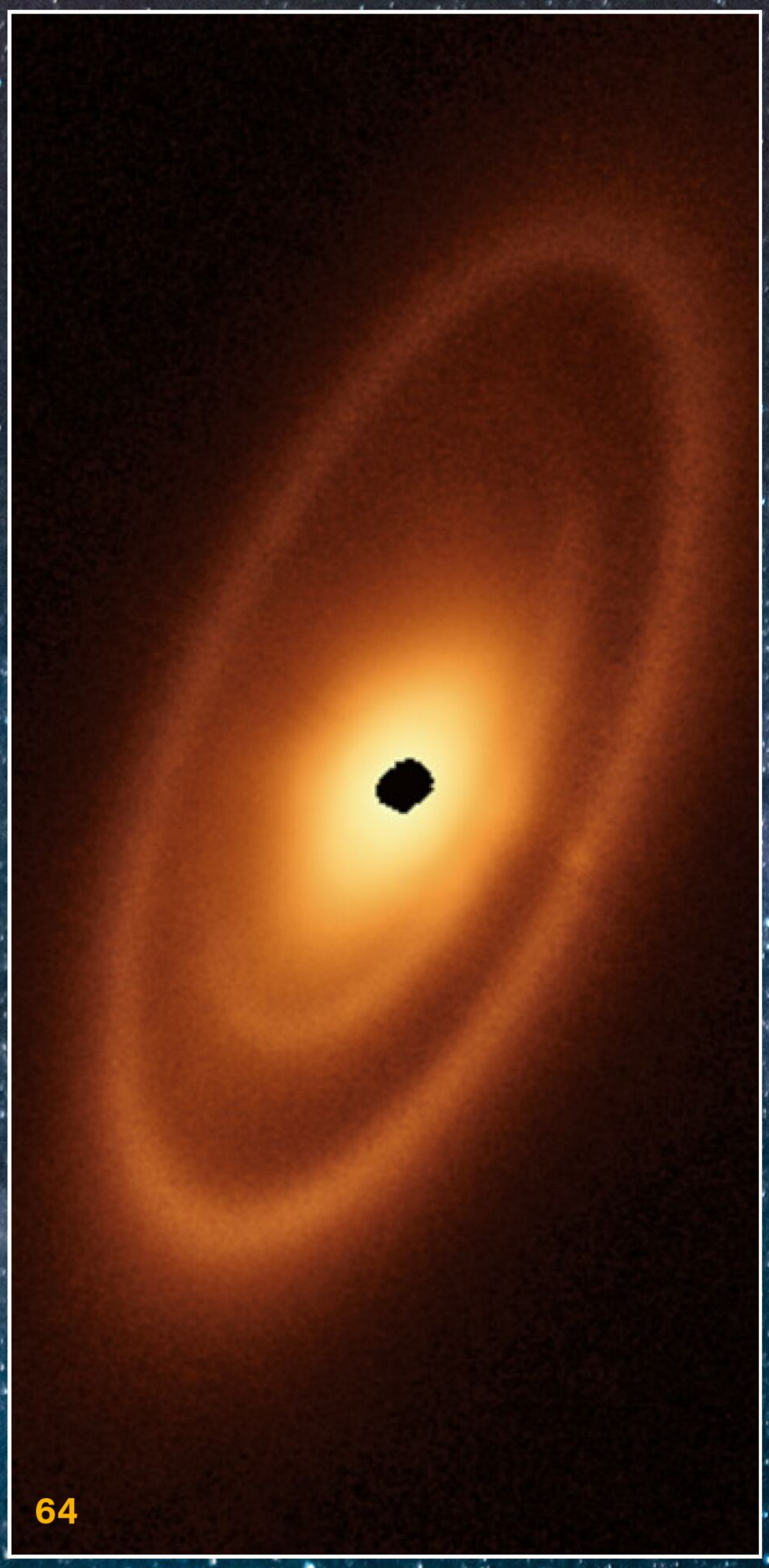
48 Dove nascono le stelle
Le nebulose chiare e oscure sono il reparto maternità dell'Universo



14


26

48



GALLERIE

Una collezione dei capolavori dell'Universo

54 Sistema solare, enigmi non risolti

64 Colpi di sonda nelle nebulose

72 Nel grande zoo delle galassie

84 Stelle di tutti i colori

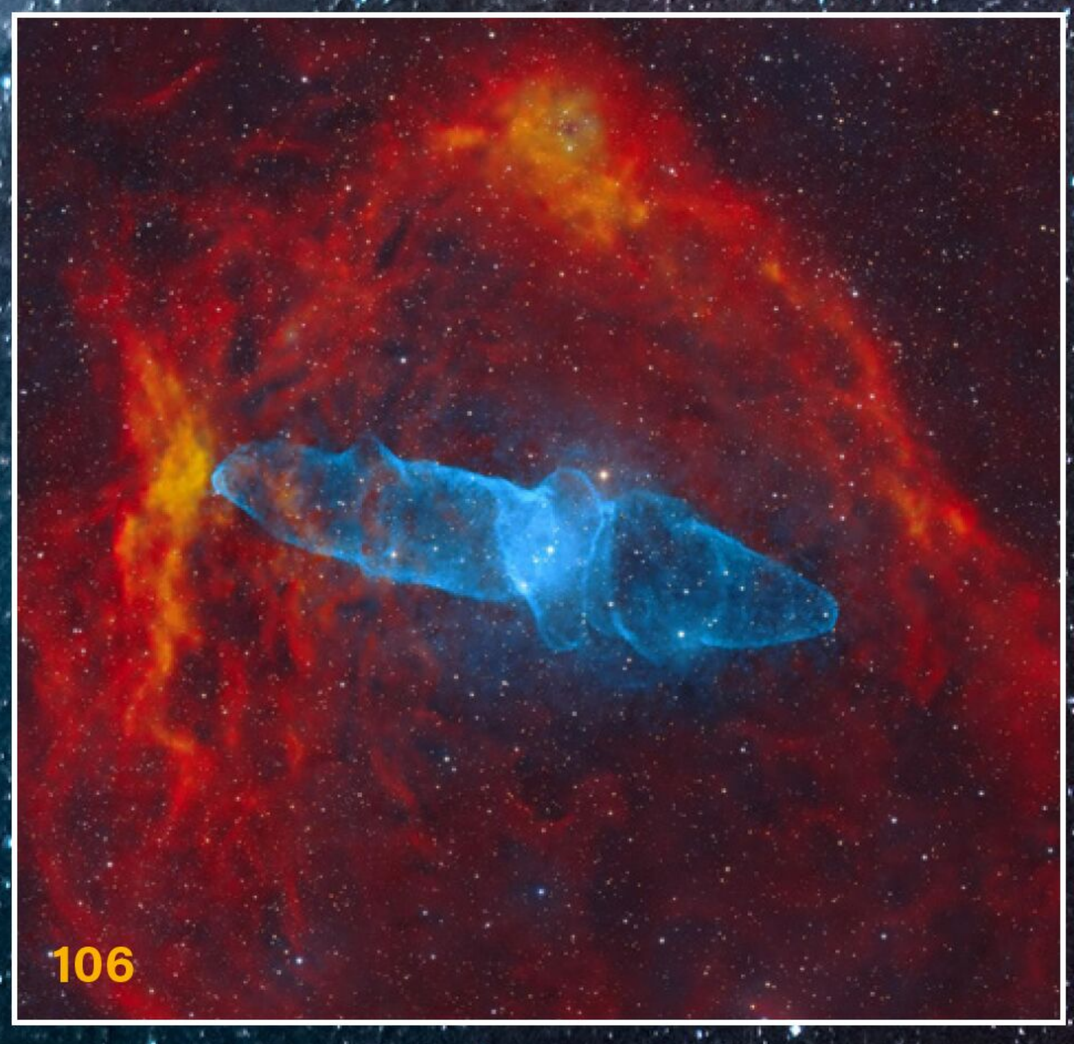
94 Cosmologia, la risposta delle risposte

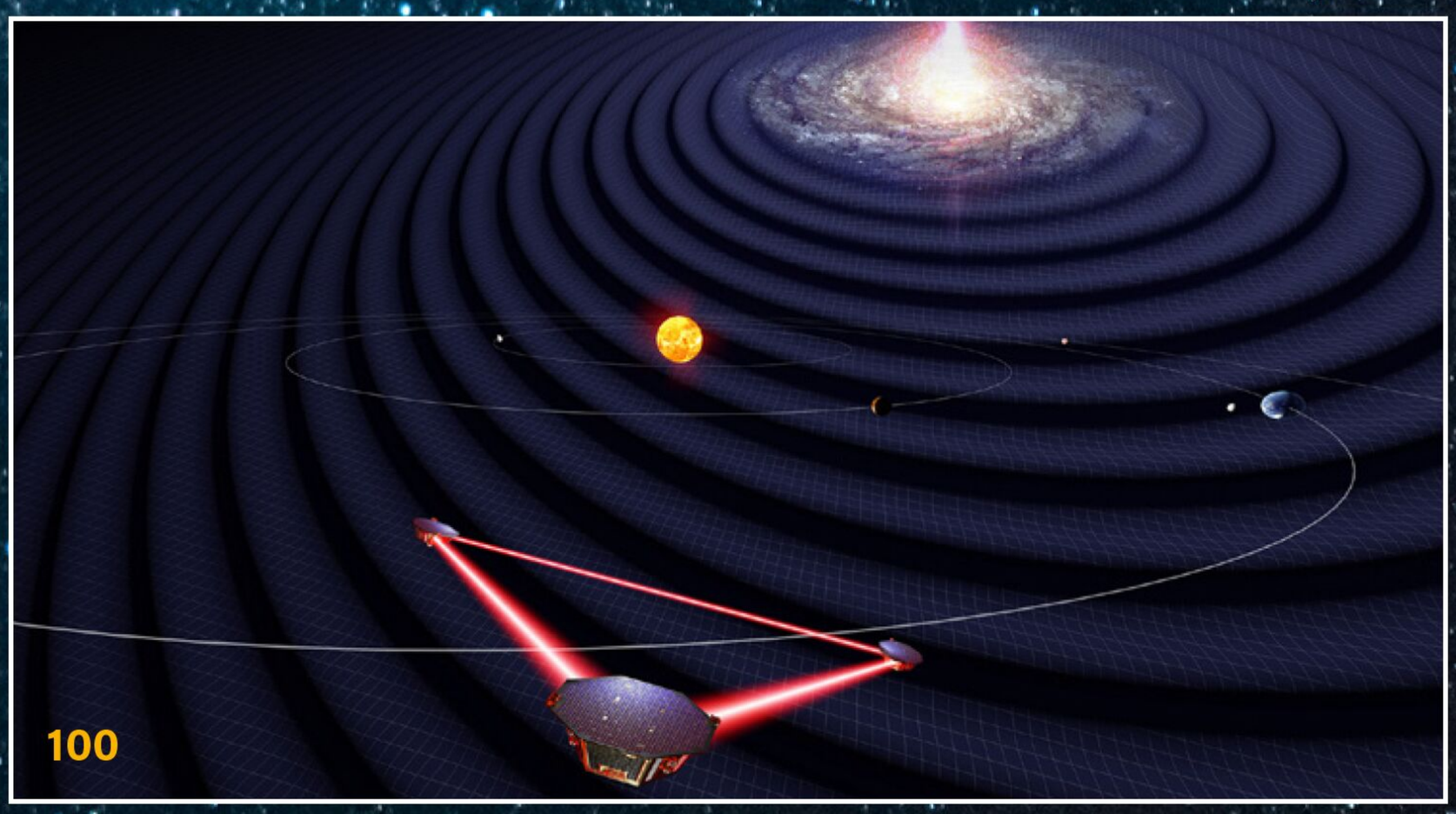
ALTRI OCCHI

I telescopi del futuro e gli sguardi da Terra

100 Onde gravitazionali nella rete di Lisa
Ascolteremo i tremiti dell'Universo

106 Astrofili alla riscossa
Immagini che sfidano i "super-occhi" spaziali





Certificato PEFC

Questo prodotto è realizzato con materia prima da foreste gestite in maniera sostenibile e da fonti controllate

PEFC™
PEFC/18-31-379

www.pefc.it

NOI RISPETTIAMO L'AMBIENTE!
BBC SKY AT NIGHT SPECIALE
è stato stampatosu carta certificata PEFC, proveniente da piantumazioni a riforestazione programmata e perciò gestite in maniera sostenibile

TELESCOPI

Nuovi occhi indagano il cosmo

LO SGUARDO DI JWST

DALL'ESTATE 2022 LE AGENZIE SPAZIALI EUROPEA E AMERICANA DIFFONDONO IMMAGINI STRAORDINARIE E INATTESE

Le fotografie scelte per l'esordio offrivano un campionario delle formidabili capacità di questo strumento. La prima inquadrava un campo profondo popolato da migliaia di galassie, alcune formatesi appena 100-200 milioni di anni dopo il Big Bang, una precocità che nessuno si aspettava. La seconda mostrava un esopianeta gassoso paragonabile a un Super-Giove e l'analisi della sua atmosfera. La terza ritraeva una nebulosa planetaria in espansione (cioè i resti di una stella esplosa), nota come "Anello Australe" perché ricorda M 57, la nebulosa ad anello nella costellazione della Lira visibile d'estate dal nostro emisfero. Le altre due immagini rivelavano particolari insospettati della collisione tra galassie del cosiddetto "Quintetto di Stephan" e la Nebulosa della Carena, dove, tra plasma caldo e polveri fredde, stanno nascendo nuove stelle.

Un cumulo di primati

Jwst accumula in sé una serie di primati. Con uno specchio di 6,5 m, è l'occhio spaziale più grande che abbia mai scrutato l'universo: 26 metri quadrati, in pratica un mini-alloggio. La sua vista è particolarmente acuta nella luce infrarossa, mai esplorata così in profondità. È lo strumento astronomico più costoso che sia mai stato concepito: quasi 11 miliardi di dollari. È il primo telescopio spaziale con specchio a tasselli. Nessun progetto ha mai richiesto tanto tempo – più di trent'anni – o, per dirla in un altro modo, ha avuto ritardi così pesanti.

Le tappe principali di Jwst

1989: in un workshop al Goddard Space Flight Center della Nasa, un anno prima del lancio di Hubble, nasce già l'idea di dargli un successore.
1996: viene ufficialmente avviato il Next Generation Space Telescope (Ngst), con l'obiettivo di un lancio nel 2007.
2002: il progetto è battezzato James Webb Space Telescope, in onore dell'allora capo della Nasa del Programma Apollo che portò allo sbarco sulla Luna.
2005: inizia la costruzione del telescopio.
2010: i costi del progetto aumentano fortemente causando ritardi e critiche. ▶

Nasa, Bill Ingalls

◀ Il telescopio spaziale Webb è partito a bordo di un razzo Ariane 5 il 25 dicembre 2021, dallo spazioporto europeo della Guyana francese

2016: è completata la costruzione dello specchio primario.
2018: la camera fotografica per il vicino infrarosso NIRCam supera i test.
25 dicembre 2021: è lanciato Jwst con un razzo Ariane 5, dalla base di Kourou nella Guyana francese.
31 dicembre 2021: dispiegamento dello scudo solare del telescopio.
8 gennaio 2022: è completato il dispiegamento dello specchio primario.
22 gennaio 2022: si raggiunge il punto di destinazione L2, a 1 milione e 500 mila chilometri dalla Terra

Traguardo mobile

Lasciata l'orbita terrestre, alla velocità media di 1,3 km al secondo, Jwst ha costeggiato la cresta gravitazionale tra la Terra e il Punto di Lagrange L2 opposto al nostro pianeta, disponendosi nell'allineamento Sole-Terra-Jwst. Non dobbiamo pensare a L2 come a una stazione di arrivo: L2 è un traguardo mobile, intorno al quale Webb si aggira "interpretando" forze gravitazionali sempre lievemente variabili, ma abbastanza stabili da mantenerlo su un'orbita intorno a L2. Ovviamente, L2 segue il moto di rivoluzione della Terra: la sua posizione è quasi stazionaria solo in riferimento al nostro pianeta. Ripiegato su se stesso come un origami, durante il viaggio Jwst ha superato una serie di delicate manovre. Durante la prima settimana ha schiuso il parasole a cinque strati, grande come un campo da tennis. Tra il decimo e l'undicesimo giorno ha fissato lo specchio secondario alla distanza prevista di 7,6 m dal primario, dal dodicesimo al quattordicesimo ha disposto i sei tasselli laterali (3 per lato) completando lo specchio principale costituito in totale da 18 tasselli esagonali in berillio. Dal quindicesimo al ventiseiesimo giorno i tasselli sono stati disposti con precisione micrometrica, come i petali di un fiore. Al ventinovesimo giorno è avvenuto l'inserimento nell'orbita attorno a L2. Nei mesi successivi, specchio principale, specchio secondario e strumenti per il piano focale sono stati calibrati prima dal punto di vista meccanico e poi ottico. Infine, con l'accensione degli strumenti, Jwst ha visto la sua "prima luce", come usano dire gli astronomi di un telescopio che apre il proprio sguardo sull'universo. ■

▼ Lo schermo che protegge il telescopio spaziale dalla luce del Sole, grande quanto un campo da tennis

JWST A CONFRONTO CON HUBBLE

Webb è l'oggetto più costoso che sia stato lanciato nella storia delle attività spaziali: 11 miliardi di dollari per lo strumento e la sua gestione scientifica. Il vecchio telescopio Hubble, che però è in orbita terrestre, è costato 2 miliardi di dollari, ai quali bisogna aggiungere il costo di sei missioni di manutenzione con lo Shuttle e di 34 anni di esercizio. Il diametro dello specchio principale di Jwst – 6,5 m – è da confrontare con i 2,4 m di Hubble, rispetto al quale raccoglie 10 volte più luce. Lo specchio secondario di Jwst misura 74 cm contro i 30 di quello di Hubble. Inoltre, lo specchio di Jwst è il più leggero concepibile per le sue dimensioni: ogni tassello pesa solo 20 kg, per un totale di 360, contro gli 825 kg dello specchio monolitico di Hubble. È anche il più preciso: i 18 tasselli esagonali, larghi 1,32 m ciascuno, sono assemblati con la precisione di un decimillesimo di millimetro.

▲ Lo specchio principale di Webb nella camera pulita del Goddard Space Flight Center della Nasa, nel Maryland

Nasa

JAMES WEBB: CHI ERA COSTUI?

Di solito alle navicelle spaziali si danno nomi di scienziati famosi: Hubble, Einstein, Newton, Galileo. Questo è un caso diverso. Il telescopio delle meraviglie si chiama James Webb, e pochi sanno chi sia stato questo personaggio. Nato nel 1906 e morto nel 1991, James Webb fu il secondo amministratore della Nasa. Potrebbe sembrare poco più di un grigio burocrate, ma la prospettiva cambia sapendo che Webb diresse l'ente spaziale americano dal febbraio 1961 all'ottobre 1968, gli anni cruciali della corsa alla Luna lanciata da Kennedy, e culminata il 20 luglio 1969 con lo sbarco di Neil Armstrong e "Buzz" Aldrin nel Mare della Tranquillità. Sono gli anni della peggior Guerra fredda, degli arsenali pieni di testate nucleari, della costruzione del colossale razzo Saturno 5 progettato da Wernher von Braun per vincere la sfida con l'Unione Sovietica.

► James Edwin Webb ha guidato lo sviluppo delle missioni Apollo

Nasa

◄ L'ammasso di galassie SMACS 0723 ripreso nell'infrarosso medio (a sinistra) e vicino (a destra)

PRIMATI NEGATIVI

Impressionanti sono anche i primati negativi di Jwst: undici anni di ritardo sulla data programmata, sei volte più alto il costo rispetto al budget stanziato e, nella migliore delle ipotesi, solo 10 anni di vita operativa, mentre Hubble lavora da più di 34 anni. Inoltre, nessuna possibilità di fare manutenzione o riparazioni. I fotoni raccolti da Webb sono i più cari che gli astronomi abbiano mai avuto a disposizione.

SPECCHI RICOPERTI DI ORO

Webb osserva l'universo nel vicino e medio infrarosso, la cui lunghezza d'onda va da 0,6 a 28 micrometri, banda spettrale mai esplorata con tanto potere di penetrazione. Un sottilissimo strato di oro (spesso 100 nanometri) riveste la superficie degli specchi per ottimizzarne la riflettività nella luce infrarossa. L'oro è un eccellente riflettente dell'infrarosso e la sua elevata conduttività elettrica aiuta a minimizzare la perdita di luce. Per proteggerlo dai micrometeoriti e dall'abrasione, lo strato di oro è ricoperto da un velo di biossido di silicio (vetro).

TEMPERATURE ESTREME

Jwst è quasi sempre nel cono d'ombra della Terra, e i brevi periodi di esposizione al Sole servono a ricaricare la batteria solare. Poiché il lato esposto alla luce solare raggiunge la temperatura di +82°C e quello in ombra di -233°C, è stato necessario munire Jwst di un parasole con la superficie di 300 metri quadrati, costituito da cinque strati di plastica sovrapposti. Nonostante la bassa temperatura del lato in ombra, alcuni sensori devono essere ulteriormente raffreddati di una quarantina di kelvin, fino a sfiorare lo zero assoluto.

RISPOSTE ATTESE

Da Webb gli astronomi si aspettano risposte sull'origine e sulla velocità di espansione dell'universo, sulla nascita delle stelle e delle galassie, sulle caratteristiche degli esopianeti e sulla composizione delle loro atmosfere, dato fondamentale, questo, per la ricerca di forme di vita extraterrestri. Webb mostrerà i pianeti del Sistema solare come se fosse una sonda inviata a scrutarli da vicino, guarderà attraverso le polveri delle nebulose e dei sistemi planetari in formazione, analizzerà la chimica di oggetti remotissimi.

CHE COSA CERCA IL JWST?

È il telescopio spaziale più avanzato mai creato. Può catturare anche le più deboli tracce di luce e, così facendo, può rivelare incredibili informazioni sul nostro universo.

L'UNIVERSO PRIMORDIALE

Guardare a distanze enormi significa anche guardare indietro nel tempo, e il Jwst ci dà la miglior visuale sull'universo subito dopo il Big Bang.

BUCHI NERI

Il Jwst ci fa vedere i buchi neri in un modo nuovo e scoprire di più sulla loro temperatura e composizione chimica.

JAMES WEBB SCRUTA NELLO SPAZIO

Infografica di
James Round

SPECCHIO SECONDARIO
Cattura la luce che è stata raccolta dallo specchio primario e la riflette nell'insieme di strumenti scientifici del telescopio. È sostenuto da tre montanti lunghi 7,6 m che si estendono dallo specchio primario.

SPECCHIO PRIMARIO
Con i suoi 6,5 metri di diametro e i 18 distinti segmenti esagonali, è il più grande mai lanciato nello spazio. Le sue incredibili dimensioni gli consentono di raccogliere molta luce e di vedere oggetti incredibilmente fiochi e distanti.

SCHERMO PARASOLE MULTISTRATO
La schermatura, grande come un campo da tennis, impedisce alla luce solare di interferire con i sensibili strumenti a bordo del telescopio. È realizzato in un materiale leggero con speciali proprietà termiche, chiamato Kapton.

MODULO DI STRUMENTI SCIENTIFICI INTEGRATI
Situato dietro lo specchio primario, ospita le telecamere e altri strumenti scientifici che rilevano la luce da stelle e galassie lontane ed è il cuore del Jwst. Questi strumenti sono ulteriormente spiegati di seguito.

MIRI: LO STRUMENTO DEL MEDIO INFRAROSSO
Ha una fotocamera e uno spettrografo che funzionano su lunghezze d'onda da 5 a 28 micrometri, che i nostri occhi non possono vedere. Così si riveleranno nuovi dettagli su galassie lontane, stelle di nuova formazione e comete debolmente visibili.

NIRCAM: LA FOTOCAMERA NEL VICINO INFRAROSSO
È la "macchina fotografica" principale del Jwst. Copre la gamma di lunghezze d'onda dell'infrarosso da 0,6 a 5 micrometri. NirCam, come MIRI, è anche dotato di un coronografo che permette di scattare foto di oggetti fiochi vicini a un oggetto luminoso centrale.

NIRSPEC: LO SPETTROGRAFO NEL VICINO INFRAROSSO
Opera tra 0,6 e 5 micrometri e scinde la luce dagli oggetti stellari in uno spettro, in modo da poterli analizzare per saperne di più sulle loro proprietà fisiche, tra cui temperatura, massa e composizione chimica.

FGS/NIRISS: SENSORE DI GUIDA FINE/IMAGER NEL VICINO INFRAROSSO E SPETTROGRAFO SENZA FENDITURA
Con una gamma di lunghezze d'onda tra 0,8 e 5 micrometri, l'FGS consente al Jwst di puntare gli obiettivi in modo precisissimo per garantire la qualità dell'immagine, mentre il Niriss sarà utilizzato per studiare gli esopianeti.

STELLE

Le stelle nascono in enormi nuvole di polvere. Il Jwst ci permette di scrutare dentro queste nuvole e osservare la formazione di nuove stelle.

SISTEMI PLANETARI

C'è moltissimo che non sappiamo su come nascono e si evolvono i sistemi planetari. Il Jwst aiuterà a far luce su questi misteri.

ESOPIANETI

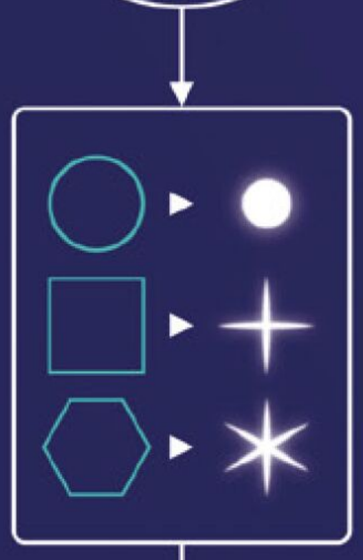
Il Jwst può analizzare le atmosfere di mondi lontanissimi e forse può persino scoprire segni di vita!

PERCHÉ LE IMMAGINI DEL JWST PRESENTANO STELLE A OTTO PUNTE?

QUAL È IL PUNTO?

Tutte le immagini del Jwst mostrano stelle a otto punte. Queste punte sono i cosiddetti "picchi di diffrazione" e appaiono a causa del modo in cui la luce interagisce con i margini del telescopio, e precisamente quelli dello specchio primario e dei montanti di supporto che tengono in posizione lo specchio secondario.

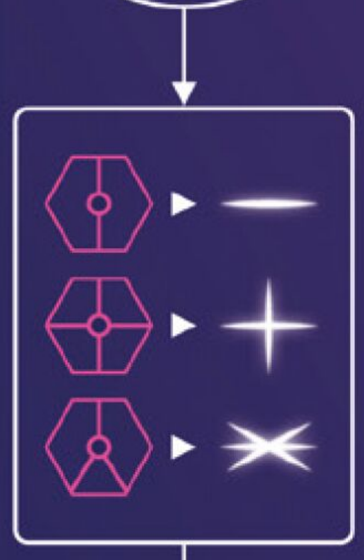
SPECCHIO PRIMARIO



SPECCHIO SPECCHIO...

La forma e i bordi dello specchio di un telescopio influenzano la diffrazione in vari modi. Uno specchio circolare o quadrato darebbe luogo a certe figure diverse da quelle degli specchi esagonali del Jwst .

SUPPORTI DI SOSTEGNO



MONTANTI IMPORTANTI

Anche il numero di montanti può avere effetto sulla forma della diffrazione della luce stellare, per via del modo in cui la luce li aggira. I tre montanti angolari Jwst danno luogo a un caratteristico motivo a sei punte.

DOV'È IL JWST?

IL JWST È UBICATO IN UN PUNTO GRAVITAZIONALMENTE PERFETTO, CHIAMATO PUNTO LAGRANGIANO.

Qui, le forze di attrazione gravitazionale di due oggetti celesti si bilanciano, se si prendono in considerazione le altre forze prodotte dal moto orbitale del veicolo spaziale. Nel caso di Jwst, si tratta del secondo punto lagrangiano Sole-Terra, noto come L2.
Essendo un telescopio a infrarossi, il Jwst deve essere alla temperatura più bassa possibile per funzionare correttamente, e in L2 riceve una quantità costante di calore dal Sole. Sul lato rivolto verso la stella, la temperatura raggiunge circa i 110°C. Il telescopio principale e gli strumenti sono protetti dallo schermo solare, grazie a cui la temperatura rimane intorno a -233°C, più o meno come la temperatura superficiale di Plutone. L2 si trova a circa 1,5 milioni di chilometri dalla Terra e il Jwst ha impiegato appena una trentina di giorni per raggiungere la sua destinazione. Ma l'impresa era appena iniziata: sulla Terra gli scienziati hanno lavorato instancabilmente per mettere in funzione il telescopio, perché potesse inaugurare una nuova era dell'astronomia. Ecco qui sotto la cronologia di alcuni momenti chiave, dalla partenza del Jwst a quando ha condiviso con il mondo le prime incredibili immagini.

DECOLLO!
Il Jwst viene lanciato dalla Guyana francese

TOTALMENTE APERTO
Il telescopio completa il dispiegamento degli specchi e dello schermo solare

BENVENUTI IN L2
Il Jwst raggiunge la sua orbita finale attorno al secondo punto lagrangiano Sole-Terra

FOTONI IN ARRIVO
Iniziano i tre mesi di allineamento e preparazione del telescopio

METTIAMO A FUOCO
La Nasa annuncia che il Jwst è in grado di scattare immagini nitidissime

PROVA, PROVA...
Inizia il lavoro per configurare e calibrare il resto degli strumenti scientifici del Jwst

FOTO PERFETTE
Quando il Jwst invia le sue prime immagini inizia una nuova era dell'astronomia

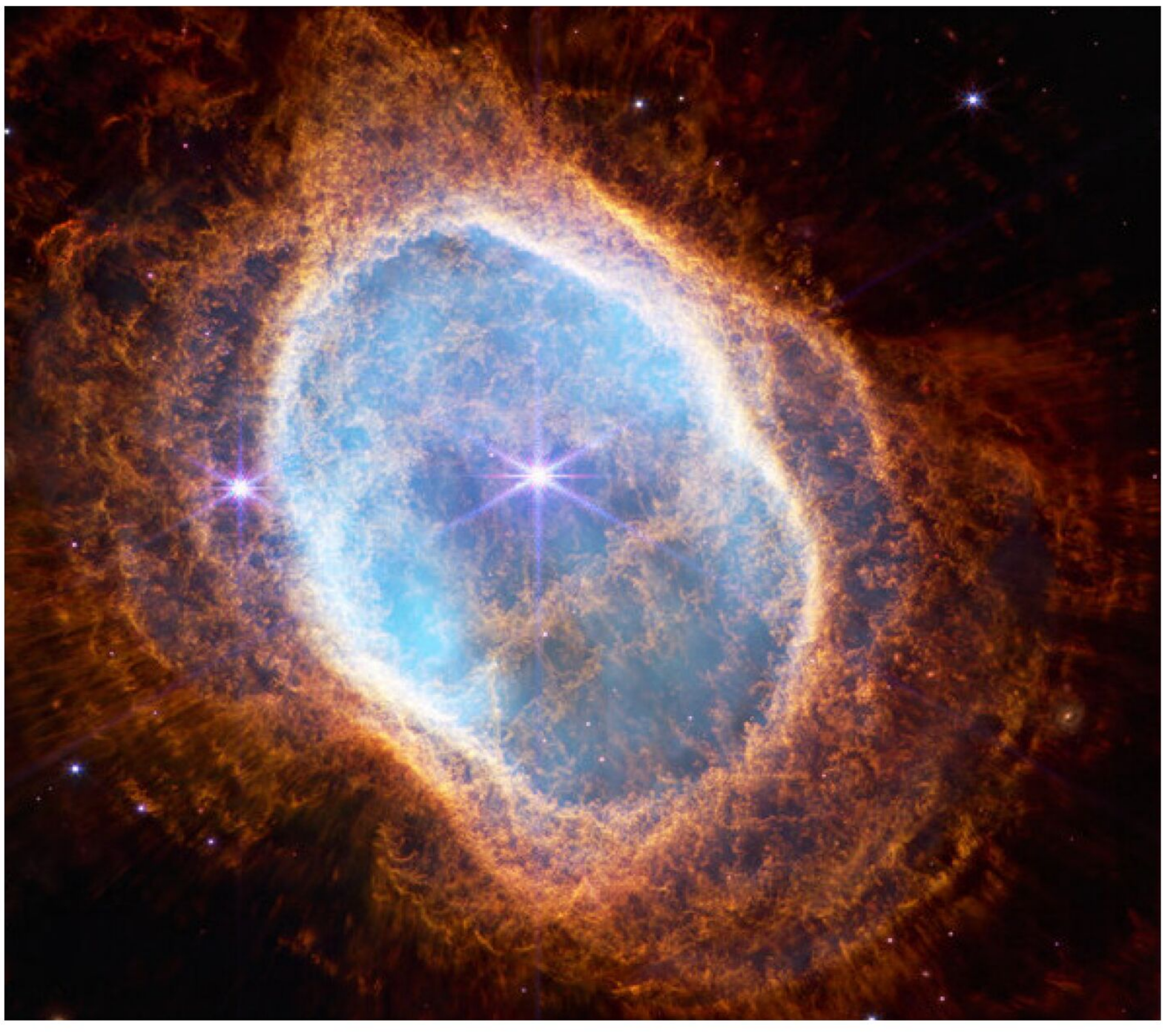
PRONTO PER LA SCIENZA!
Dopo mesi di test, il Jwst è pronto per iniziare le operazioni scientifiche

DIC (2021) | GEN (2022) | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG

La ripresa di Webb della regione di formazione stellare nella Nebulosa della Carena rivela dettagli mai visti

▲ ▶ Anello di separazione

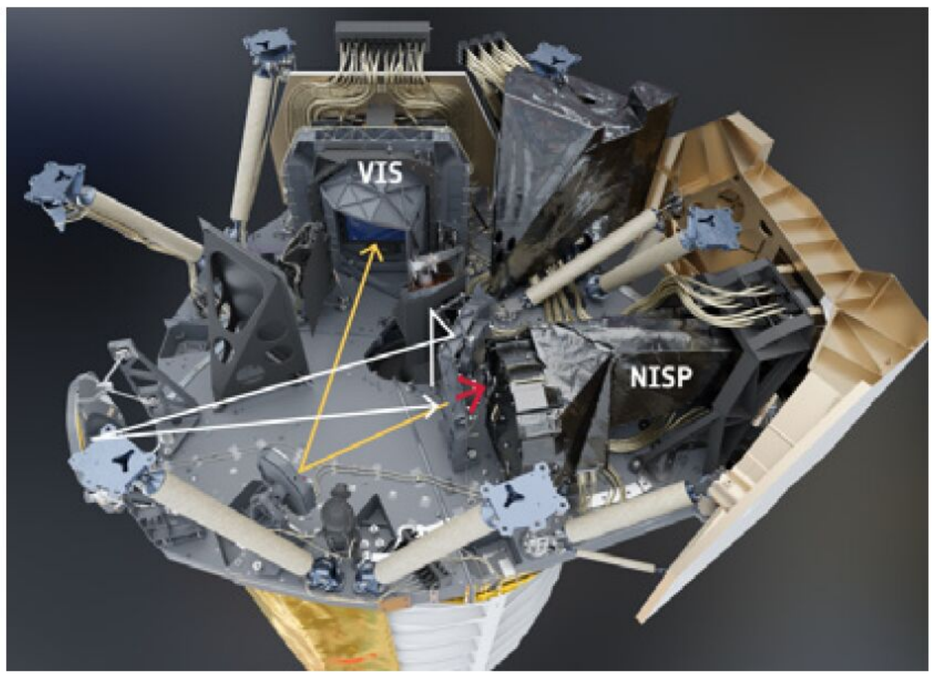
La nebulosa Anello del sud in una delle prime immagini del telescopio spaziale Webb.
La ripresa è stata ottenuta nella luce del vicino infrarosso con la Near-Infrared Camera (NIRCam, foto sopra) e del medio infrarosso con il Mid-Infrared Instrument (MIRI, foto qui accanto).
È formata dagli strati esterni espulsi da una stella simile al Sole via via che bruciava il proprio combustibile, per trasformarsi infine in una nana bianca. Nella prima immagine la nana bianca appare in basso a sinistra della luminosa stella centrale, parzialmente nascosta da un picco di diffrazione. La stessa stella appare più grande e di colore rossastro nell'immagine accanto. La compagna più luminosa che si vede in entrambe le immagini orbita strettamente intorno alla nana bianca più debole, contribuendo a distribuire le polveri espulse.



EUCLID CERCA LA MATERIA OSCURA

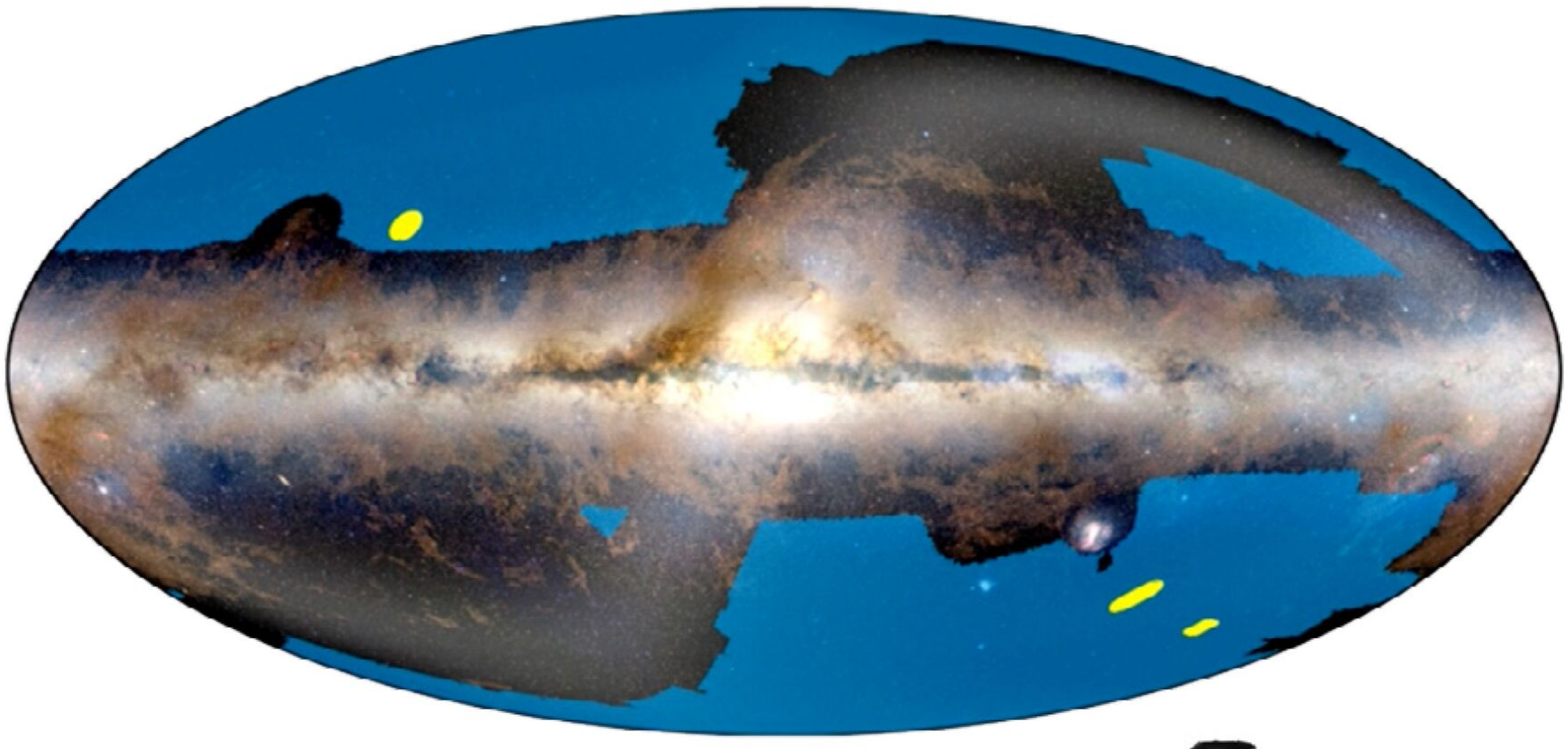
A 1 MILIONE E 500 MILA CHILOMETRI DALLA TERRA HA INCOMINCIATO A MAPPARE IN 3D UN TERZO DELL'UNIVERSO

Dell'universo conosciamo solo il 5%: quello fatto di materia ordinaria, cioè la materia del nostro corpo e degli altri organismi viventi, di Terra, Luna, pianeti, comete, Sole, stelle, nebulose e galassie. Il rimanente 95% ci sfugge: è "materia oscura" (23%), richiesta dal modello di Big Bang più accettato dalla comunità scientifica, ed "energia oscura" (72%), introdotta per spiegare l'accelerazione dell'espansione cosmica scoperta nel 1998. La parola "oscura", dunque, assume qui un doppio significato: da un lato si riferisce al fatto che le componenti maggioritarie dell'universo non emettono luce, dall'altro ci fa sapere che la natura di queste componenti rimane misteriosa. Euclid, satellite dell'Agenzia Spaziale Europea, incluso nel programma Cosmic Vision, sta cercando di risolvere l'enigma della materia oscura e, in seconda battuta, ci darà anche informazioni sull'energia oscura. ▶



▲ La luce che attraversa il telescopio viene separata da uno speciale elemento, detto dicroico, nella componente infrarossa (freccia rossa), diretta allo strumento Nisp, e luce visibile (freccia bianca), diretta al Vis

▼ Euclid in cima al Falcon 9 di Space X sulla rampa di lancio a Cape Canaveral, da cui è partito il 1° luglio 2023



▲ Le zone di cielo che saranno studiate da Euclid nelle survey estese (in blu) e profonde (in giallo) sulla mappa, ottenuta grazie ai dati della missione Gaia

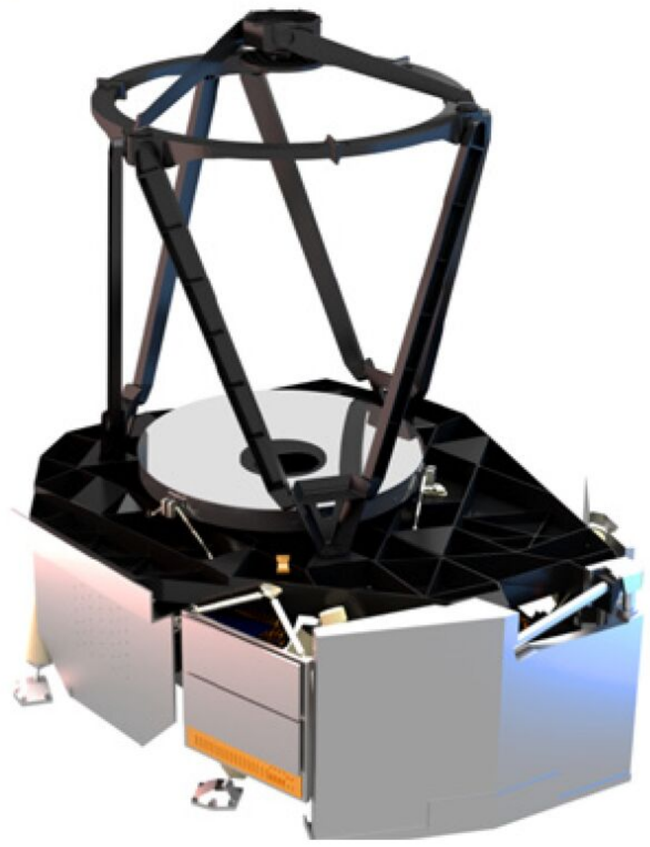
In compagnia di Webb

Lanciato il 1° luglio 2023 da una rampa di Cape Canaveral, con un razzo Falcon 9 della Space X (casa-madre Elon Musk, per capirci), un mese dopo Euclid ha raggiunto il Punto di Lagrange L2, a 1 milione e 500 mila chilometri dalla Terra, dove avrà "fatto amicizia" con Jwst, il James Webb Space Telescope che è lì dal gennaio 2022. La collocazione in L2 al di là dell'orbita della Terra mantiene i due osservatori in una posizione semi-stabile nell'ombra del nostro pianeta, al riparo dalla luce solare. Completata la calibrazione degli strumenti, Euclid ha inviato le prime immagini il 7 novembre scorso, dimostrando subito la sua eccezionale capacità di mappare l'universo in 3D su campi di cielo vastissimi che, opportunamente accostati come in un puzzle, alla fine rappresenteranno un terzo dello spazio cosmico a noi accessibile.

Schema ottico di Korsch

Lo strumento più massiccio dell'osservatorio Euclid è un telescopio anastigmatico di tipo Korsch, con apertura di 120 cm. In linea di massima, la configurazione ottica è la stessa dei telescopi Cassegrain: lo specchio principale parabolico invia la luce al secondario iperbolico, il cui fascio di luce passa attraverso un foro al centro dello specchio principale. Ma a questo punto la luce, invece di raggiungere il rivelatore (o l'occhio di chi osserva), viene riflessa da uno specchio piano a un altro specchio concavo che, infine, forma un'immagine piatta sul sensore CCD. Il vantaggio, oltre alla perfezione dell'immagine piatta, è una minore diffusione della luce dentro il tubo del telescopio, fattore essenziale per afferrare segnali debolissimi. Questo è il motivo che ha fatto scegliere lo schema ottico Korsch anche per Jwst e per vari satelliti di osservazione della Terra.

A valle del telescopio di Euclid sono sistemati gli strumenti che con i loro dati permetteranno di ricostruire 10 miliardi di anni di storia dell'universo, cioè due terzi del tempo passato dall'istante del Big Bang. Le misure saranno importanti anche in fisica delle particelle, specie per comprendere il ruolo del neutrino, la particella più elusiva e misteriosa.



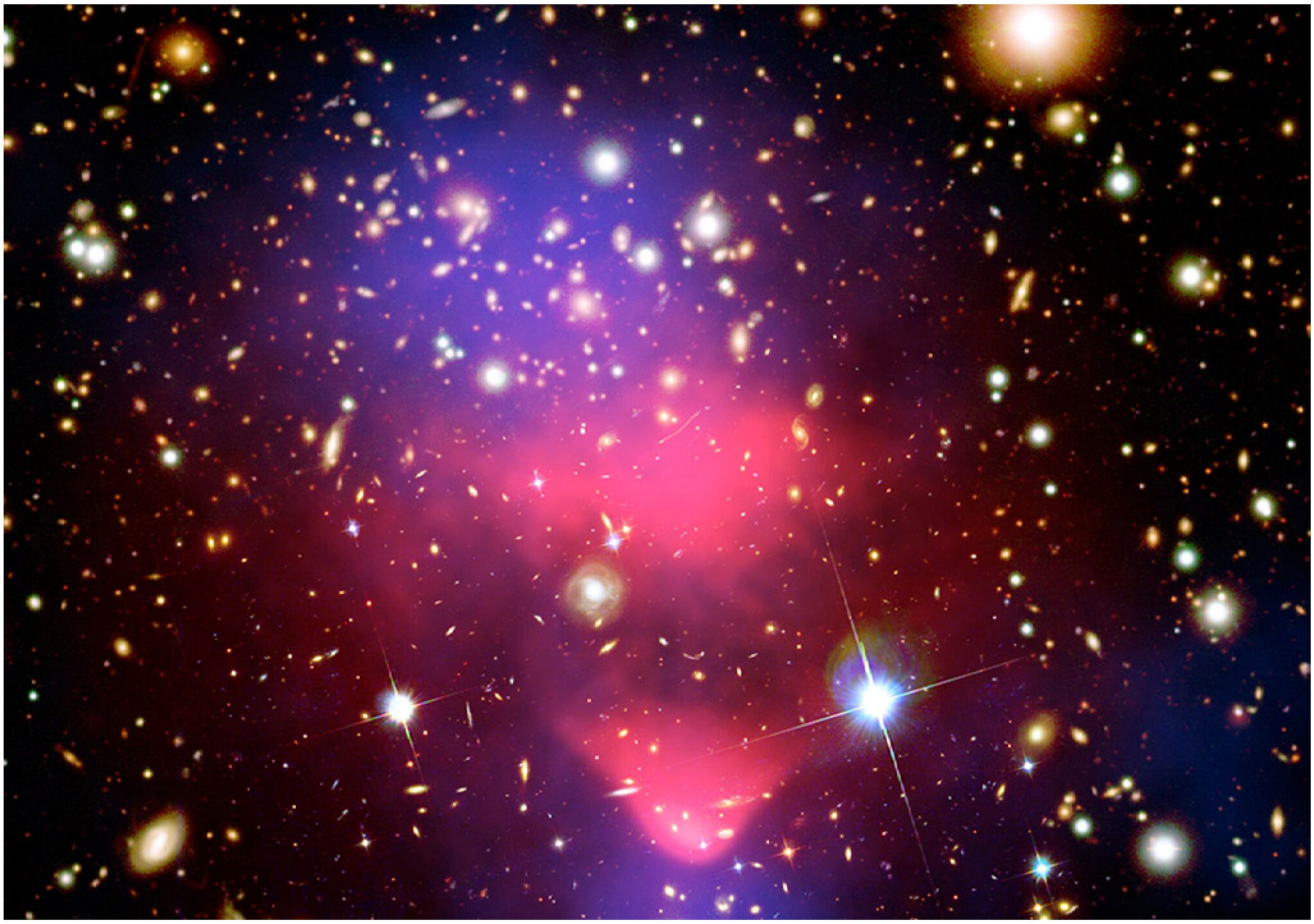
▶ La configurazione di tipo Korsch a bordo di Euclid consente di avere una minore diffusione della luce dentro il tubo del telescopio, fattore essenziale per rivelare segnali debolissimi

Due spettrometri

Essi analizzano la luce raccolta dallo specchio principale di Euclid: il Nisp (Near Infrared Spectrometer and Photometer), che lavora nella banda infrarossa, e il Vis (Visible Instrument), che osserva lo spettro dal rosso al violetto. Il Nisp serve a misurare lo spostamento verso il rosso delle galassie, che è tanto maggiore quanto più la galassia è veloce e lontana, e quindi più vicina all'origine dell'universo. Il Vis, invece, ha il compito di rilevare la forma delle galassie sotto l'effetto di lente gravitazionale generato dalle loro masse: da queste deformazioni è possibile tracciare la distribuzione della materia oscura.

Ragnatela cosmica

La prima domanda degli astrofisici per Euclid riguarda la distribuzione e la storia dei 100-200 miliardi di galassie che popolano l'universo. La domanda è fondamentale perché le galassie



▲ Bullet cluster. Due ammassi di galassie in collisione. Nell'immagine in falsi colori del telescopio spaziale Hubble, gli aloni in blu dovrebbero rappresentare la materia oscura

non sono distribuite con regolarità, ma formano una sorta di ragnatela la cui struttura, per via dell'enorme estensione, è difficilmente osservabile. La distribuzione della materia oscura, benché invisibile per definizione, si palesa grazie all'effetto di lente gravitazionale che distorce il percorso della luce nello spazio, rendendone percepibile e misurabile la presenza. Altre informazioni si deducono dai moti relativi tra galassie che si influenzano gravitazionalmente.

Particelle calde o fredde?

C'è poi il problema di che cosa sia fatta la materia oscura. Le teorie dicono che è composta principalmente da particelle "fredde" (pesanti e dal movimento lento) e da una parte "calda", composta invece da particelle più leggere e velocissime (ad esempio neutrini), che reagiscono scarsamente con l'ambiente e sono quindi molto elusive. Il rapporto tra le quantità di materia calda e fredda è una delle domande a cui si tenterà di dare risposta, ma ci potrebbero anche essere sorprese dietro l'angolo: si potrebbe, ad esempio, scoprire la presenza di particelle finora ignote.

Segnali indiretti

Veniamo all'energia oscura. Nel 1998 Adam Riess, Brian Schmidt e Saul Perlmutter – premiati con il Nobel per la Fisica nel 2011 – accertarono che, oltre una certa distanza, l'espansione dell'universo è più veloce di quanto ci si aspettasse (l'idea iniziale era che, al contrario, con il passare del tempo la velocità espansiva diminuisse). Questo fenomeno inatteso è misurabile tramite l'osservazione delle cosiddette "candele standard", supernove di luminosità nota e costante (Tipo Ia), così come tramite lo spostamento verso il rosso della luce emessa dalle galassie. Queste misure, effettuate da Euclid, permetteranno di conoscere con precisione la distanza di queste galassie, mentre l'ampio angolo di osservazione aiuterà a capire se l'espansione rispetta il "principio cosmologico", secondo il quale essa è costante in tutte le direzioni (isotropia) e in qualsivoglia luogo (omogeneità). Se così non fosse la scoperta sarebbe di importanza eccezionale.

Duemila scienziati

Capire la natura dell'espansione accelerata e della gravità completerebbe il quadro. Aspirazione troppo ambiziosa? Intorno a Euclid lavorano oltre 2000 scienziati provenienti da 300 istituti di 13 Paesi europei e di Stati Uniti, Canada e Giappone. Sei anni è la durata preventivata della missione. Stiamo a vedere... si annunciano tempi interessanti. ■

▶ Infanti poderose

Distante 1375 anni luce dalla Terra, la nebulosa Testa di Cavallo è la regione dove si formano le stelle massicce più vicino alla Terra. Si trova appena a sud di Alnitak, la più orientale delle tre stelle che formano la Cintura di Orione, e fa parte della vasta nube molecolare di Orione. Euclid ha catturato questa immagine in circa 1 ora, il che dimostra una capacità senza precedenti di riprendere un'area del cielo molto rapidamente e con un elevato livello di dettaglio. Grazie a Euclid, in questa regione gli scienziati sperano di trovare molti pianeti gioviani - esopianeti con massa simile o superiore a quella di Giove, ma più vicini alla propria stella madre - poco luminosi e mai visti prima, nella loro infanzia celeste, così come giovani nane brune e stelle appena nate.

▲ Dieci miliardi di anni

Questa incredibile istantanea di Euclid è una rivoluzione per l'astronomia. L'immagine mostra 1000 galassie appartenenti all'ammasso di Perseo e oltre 100.000 galassie più lontane sullo sfondo. Molte di queste non erano mai state viste prima. Alcune sono così distanti che la loro luce ha impiegato 10 miliardi di anni per raggiungerci. Mappando la distribuzione e la forma di queste galassie, i cosmologi saranno in grado di scoprire di più su come la materia oscura abbia modellato l'universo che vediamo oggi.

▶ La galassia nascosta

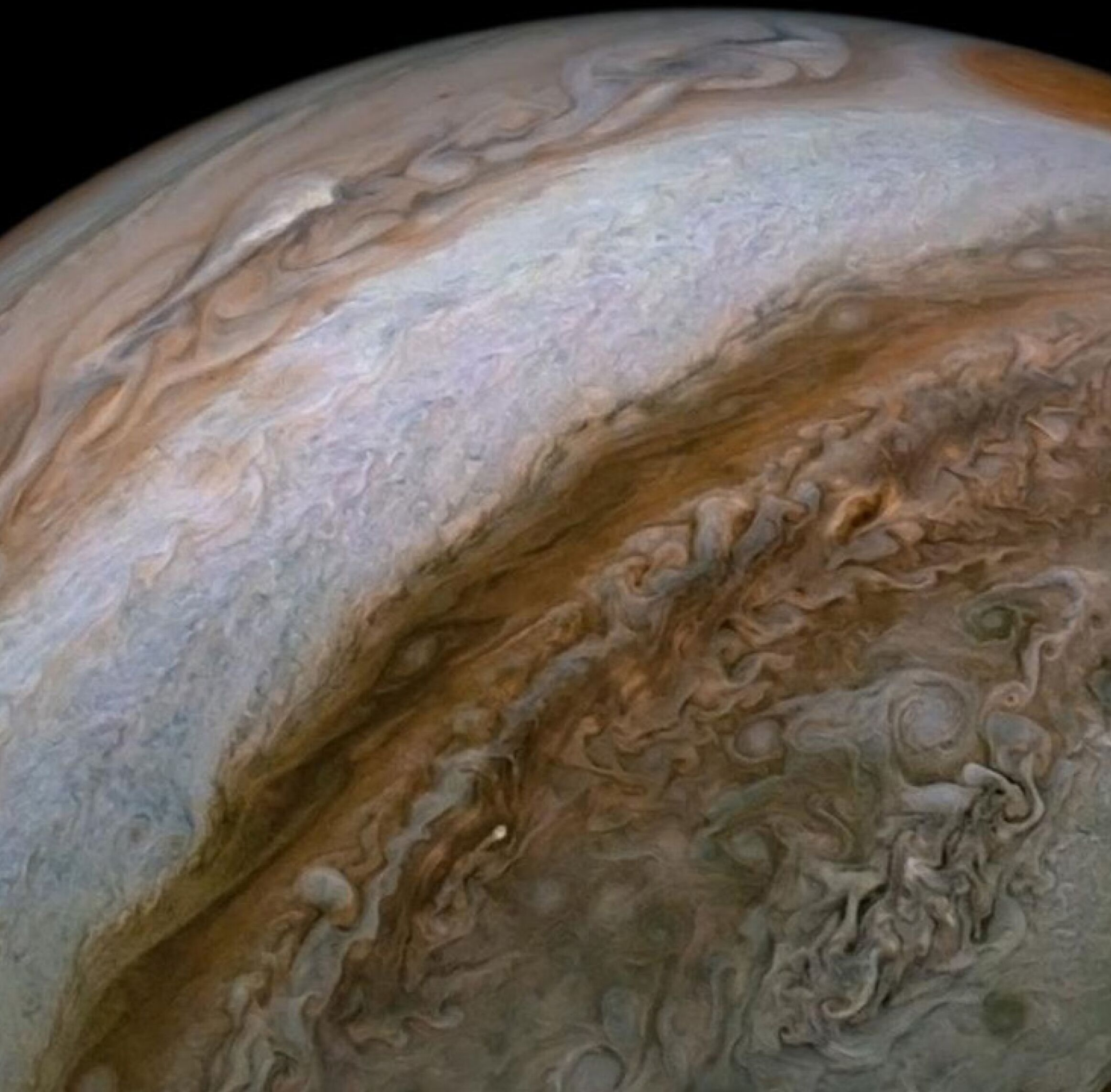
Nel corso della sua vita operativa a caccia dell'universo oscuro, Euclid riprenderà miliardi di galassie per rivelare l'influsso che subiscono da energia e materia oscura. Una delle prime galassie osservate da Euclid è soprannominata la "Galassia nascosta", conosciuta anche come IC 342 o Caldwell 5. Grazie alla sua vista a infrarossi, Euclid ha già scoperto informazioni cruciali sulle stelle di questa galassia, che è una sosia della nostra Via Lattea.

▲ Vicini di casa

Distante circa 7800 anni luce dalla Terra, NGC 6397 è il secondo ammasso globulare più vicino a noi. Orbita insieme ad altri ammassi nel disco della Via Lattea, dove si trova la maggior parte delle stelle. Gli ammassi globulari sono alcuni degli oggetti più antichi dell'universo e contengono molti indizi sulla storia e sull'evoluzione delle galassie che li ospitano. «Al momento nessun altro telescopio, oltre a Euclid, può osservare l'intero ammasso globulare e allo stesso tempo distinguere i suoi deboli membri nelle regioni esterne da altre sorgenti cosmiche», spiega Davide Massari, dell'Istituto Nazionale di Astrofisica (Inaf), ricercatore del consorzio Euclid.

JUNO, BILANCIO DELLE SCOPERTE

LA SONDA DELLA NASA HA RIVOLUZIONATO LE CONOSCENZE SULL'INTERNO DI GIOVE, LA SUA MAGNETOSFERA E LE SUE LUNE



Grazie ai dati di Juno, gli scienziati hanno scoperto che le potenti correnti a getto dell'atmosfera di Giove si estendono in profondità per circa 3000 km, molto più di quanto si pensava in precedenza

Tra un anno, a metà settembre del 2025, la sonda Juno della Nasa concluderà l'esplorazione di Giove e delle sue lune, con un tuffo mortale nell'atmosfera del gigantesco pianeta gassoso, il più grande del Sistema solare, con un diametro dieci volte maggiore di quello terrestre - nel suo volume potrebbe contenere 1300 Terre - e 320 volte più massiccio. Nel tuffo suicida "perirà" anche una targa che ritrae Galileo, nel 1610 pioniere dell'osservazione di Giove. Partita da Cape Canaveral il 5 agosto 2011, Juno si è inserita in orbita polare intorno a Giove il 4 luglio 2016, dopo aver ricevuto una frustata gravitazionale sorvolando la Terra nell'ottobre 2013. La missione primaria, che aveva come obiettivo lo studio della struttura interna del pianeta, il suo campo magnetico e la dinamica della sua spessa atmosfera, si è conclusa il 1° agosto 2021; ma a quel punto la Nasa ha deciso di estenderla di altri cinque anni, da dedicare all'osservazione delle lune gioviane, e in particolare del satellite Io, il più vulcanico del Sistema solare, e di Europa, interessante perché la sua crosta di ghiaccio copre un profondo oceano di acqua salata.

Anche Ganimede e Callisto, i due satelliti più esterni, sono stati oggetto di ricognizioni accurate, e il 7 marzo di quest'anno Juno è riuscita a fotografare pure la piccola luna interna Amaltea: nelle immagini appare come un minuscolo neo scuro sullo sfondo della Macchia Rossa e degli strati più alti delle nubi gioviane. Amaltea ha un raggio di 84 km, una forma a patata e compie un giro intorno a Giove in poco meno di 12 ore. La sua superficie emette fortemente nell'infrarosso, risultando più calda di quanto gli astrono- ▶

ASPETTANDO JUICE

In viaggio verso Giove, tra otto anni studierà i satelliti galileiani Europa, Callisto e Ganimede

Il 14 aprile 2023, dallo spazioporto di Kourou, nella Guyane francese, il venerabile razzo Ariane 5 ha lanciato la sonda europea Juice, progettata per esplorare i satelliti ghiacciati di Giove, che sono tre: Europa, Ganimede e Callisto. Dal 2031, con i dieci strumenti che ha a bordo, Juice cercherà tracce di microrganismi che potrebbero affiorare dai crepacci della loro banchisa. Europa sarà meta esclusiva anche della sonda americana Clipper, pronta al decollo. Nel 2038 forse partirà Orbilander per indagare sui geyser di Encelado, satellite di Saturno, dal diametro di 500 km, dove la sonda Cassini ha scoperto fenomeni di vulcanismo "freddo" (criovulcanismo). Gli astrobiologi non escludono che in quegli zampilli ghiacciati si nasconda qualcosa di vivo. Il forte interesse biologico per questi piccoli mondi remoti si deve al fatto che sempre più spesso forme di vita quasi-aliene vengono individuate in ambienti estremi della nostra Terra. Pochi mesi fa, un team di ricercatori del Max Planck Institute ha scoperto negli oceani artici e antartici una specie di batteri che potrebbe indirizzare la ricerca di vita extraterrestre. Battezzato "USulfurimonas pluma", questo microrganismo abita in pennacchi idrotermali freddi e ricchi di ossigeno analoghi a quelli di Encelado. È un ambiente inedito per le specie della sua famiglia che, di norma, non tollerano alti livelli di ossigeno e perciò vivono in prossimità delle bocche vulcaniche sui fondali marini. I pennacchi caldi, tuttavia, salgono per centinaia di metri e si diffondono orizzontalmente, miscelandosi con l'acqua marina più fredda e ossigenata. Secondo i biologi è in questa seconda fase che avviene gran parte della riproduzione microbica.

▲ Ganimede ripresa dalla JunoCam a bordo della sonda Juno della Nasa, durante il sorvolo della luna ghiacciata il 7 giugno 2021

▲ I geyser caldi osservati da Cassini su Encelado, luna di Saturno, sono un assaggio di quello che Juice potrebbe scoprire sulle tre crio-lune di Giove

mi si aspettassero, forse per effetto di correnti elettriche indotte dal campo magnetico di Giove nel nucleo della luna, o di maree solide causate dalla potente forza gravitazionale del pianeta, dal quale dista solo 260.000 km.
Juno ha fatto molte scoperte inattese, che hanno cambiato profondamente le teorie e le conoscenze sul sistema gioviano. Tra i primi risultati spiccano le osservazioni dei fulmini che scoccano nell'atmosfera di Giove e le prime immagini del polo nord di Giove, dove compaiono suggestive e grandiose aurore, dalle quali si sono ricavate molte informazioni sul campo magnetico e sull'atmosfera di Giove.

Sorvolando i poli gioviani, Juno ha poi ripreso immagini dei gruppi di cicloni stabili, caratteristici delle regioni polari del pianeta. Inoltre, ha scoperto che la magnetosfera di Giove è irregolare e caotica. Il radiometro a microonde ha rivelato che le bande colorate parallele all'equatore si estendono per varie centinaia di chilometri nell'atmosfera gioviana, ma le osservazioni del campo gravitazionale indicano che l'interno di Giove non è uniformemente mescolato. Ciò ha portato alla nuova teoria secondo cui Giove non avrebbe un nucleo solido come si pensava, ma un nucleo "sfocato" fatto di pezzi di roccia e idrogeno metallico. Questo

GRANDE MACCHIA ROSSA

Giovanni Cassini la vide nel 1665, ma probabilmente non era la stessa di oggi

La Grande Macchia Rossa (Gmr), segno distintivo di Giove, con un diametro più grande della Terra e venti che spirano a 400 km/h, è il più longevo fenomeno atmosferico che si conosca nel Sistema solare. Sebbene gli astronomi osservino questa tempesta dal 1831 – quando i loro disegni la ritraevano con una forma ovale ben definita e circondata da un anello ellittico scuro – le speculazioni sulla sua origine risalgono al XVII secolo, quando l'astronomo Giovanni Domenico Cassini scoprì nel 1665 una struttura scura alla stessa latitudine della Gmr che osservò fino al 1713, battezzandola "Macchia Permanente" (Mp). Poi se ne perse ogni traccia fino al 1831. I ricercatori ritengono che la mancanza di osservazioni durante quest'arco temporale, di 118 anni, ne indichi la scomparsa. Ora, i risultati di uno studio pubblicato su «Geophysical Research Letters», condotto dai ricercatori dell'Università dei Paesi Baschi, dell'Università Politecnica della Catalogna e del Supercomputing Center di Barcellona, mostrano i meccanismi di formazione e la longevità di questo fenomeno meteorologico nell'atmosfera di Giove. Combinando i dati delle osservazioni storiche e le simulazioni effettuate con supercomputer, gli autori suggeriscono che è improbabile che la Macchia Permanente riportata da Cassini corrisponda all'attuale Grande Macchia Rossa, che esiste certamente da 193 anni. «La Mp è scomparsa probabilmente tra la metà del XVIII e il XIX secolo. Se così fosse, potremmo dire che la longevità della Gmr supera ora almeno i 190 anni», spiega Agustín Sánchez-Lavega, primo autore della ricerca. La Grande Macchia Rossa, che nel 1879 misurava 39.000 km si è ridotta a 14.000 km, diventando sempre più rotonda. Gli strumenti a bordo della missione Juno, in orbita polare attorno a Giove, indicano che la Gmr è relativamente poco profonda (500 km) rispetto alla sua dimensione orizzontale.

▲ Vortici in prossimità del polo nord di Giove. Sono tempeste che possono avere un'altezza di oltre 50 km e una larghezza di centinaia di chilometri. Capire come si formano è fondamentale per comprendere l'atmosfera di Giove

nucleo peculiare potrebbe essere il risultato di una collisione avvenuta nelle prime fasi della formazione di Giove.

Le informazioni raccolte da Juno sulle tempeste del gigantesco pianeta gassoso suggeriscono che sono estese in altezza molto più del previsto. Alcune si estendono per oltre 100 km sotto la sommità delle nuvole e altre, inclusa la Grande Macchia Rossa, si estendono per più di 350 km. Mentre Juno viaggiava a bassa quota sopra la coltre nuvolosa di Giove, alla velocità 109.000 km orari, gli scienziati di Juno sono stati in grado di misurare nell'atmosfera cambiamenti di velocità di appena 0,01 mm al secondo, utilizzando l'antenna di tracciamento Deep Space Network della Nasa. Ciò ha permesso al team di delimitare la profondità della Grande Macchia Rossa a 500 km sotto la sommità delle nuvole. I nuovi risultati mostrano che i cicloni sono più caldi in alto, dove la densità atmosferica è inferiore, mentre sono più freddi in profondità dove la densità è più elevata. Invece gli anticicloni, che ruotano in senso opposto, sono più freddi nella parte superiore e più caldi nella parte inferiore. Tra le osservazioni più curiose di Juno c'è, nell'aprile 2020, l'impatto di una meteorite con una massa stimata fino a 5 tonnellate. ■

HUBBLE CI VEDE ANCORA BENE

CON L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE L'IMMENSA EREDITÀ DEL "GRANDE VECCHIO" CRESCE NONOSTANTE GLI ACCIACCHI

Il 31 maggio 2024 la Nasa ha emesso un comunicato per annunciare la sospensione delle attività scientifiche del telescopio spaziale Hubble, a causa del guasto di un giroscopio, dispositivo necessario a mantenere l'assetto dello strumento e quindi a puntare gli oggetti astronomici da osservare. Ecco l'annuncio della Nasa: «Il telescopio spaziale Hubble è entrato in modalità provvisoria il 24 maggio, a causa di un problema in corso con un giroscopio, sospendendo le operazioni scientifiche. Gli strumenti di Hubble sono funzionanti e il telescopio è in buona salute. Hubble è entrato automaticamente in modalità provvisoria quando uno dei suoi tre giroscopi ha fornito letture telemetriche errate. I giroscopi di Hubble misurano la velocità di rotazione del telescopio e fanno parte del sistema che determina e controlla con precisione la direzione in cui il telescopio è puntato. La Nasa prevede che Hubble continuerà a fare scoperte durante questo decennio e forse anche nel prossimo, lavorando con altri strumenti, come il James Webb Space Telescope, a beneficio dell'umanità».

Per capire meglio come stanno le cose, ricordiamo che Hubble ha cinque tipi di sensori, che nell'insieme costituiscono il Pointing Control System: sono i Coarse Sun Sensors, il Magnetic Sensing System, i giroscopi, i Fixed Head Star Trackers e i Fine Guidance Sensors, ognuno con una specifica funzione. I giroscopi sono costituiti da un sottilissimo filo immerso in un fluido molto denso: il cavo trasporta dati e nel corso del ▶

◀ Hubble al momento del rilascio dallo Space Shuttle Discovery, il 25 aprile 1990

▲ La galassia NGC 1546, nella costellazione australe del Dorado, in una delle prime foto scattate da Hubble nella nuova modalità operativa, dopo la ripresa delle operazioni a giugno 2024

tempo può degradarsi o rompersi. Negli anni sono state sviluppate procedure software per compensare eventuali letture errate o disallineamenti sistematici dei giroscopi, così come si sono individuate due modalità in cui Hubble può operare con uno o due giroscopi, in collaborazione con altri sensori.
Il 14 giugno, la Nasa ha commutato la modalità operativa normale di Hubble in una modalità alternativa che utilizza un solo giroscopio, riportando l'osservatorio spaziale alle ricerche scientifiche quotidiane. Nei sei mesi precedenti il giroscopio forniva sempre più spesso letture errate, interrompendo le attività scientifiche. Ciò ha indotto il team di Hubble a passare da una modalità operativa a tre giroscopi all'osservazione con un solo giroscopio, tenendo un altro giroscopio funzionante disponibile per un uso futuro. Il team continuerà a sorvegliare il giroscopio problematico, per vedere se si stabilizzerà e potrà essere nuovamente utilizzato. Benché ci siano alcune limitazioni minori all'osservazione nella modalità con un solo giroscopio, Hubble può continuare a fare la maggior parte del suo lavoro. Sono in programma ulteriori interventi per ottimizzare le operazioni a mano a mano che il team acquisirà maggiore esperienza con la modalità a un giroscopio. Tre Standard Flex Lead Gyros e tre Enhanced Flex Lead Gyros furono installati nell'ultima missione Shuttle di servizio: i primi avevano un'aspettativa di vita intorno ai 5 anni (42.000 ore), mentre i secondi, dotati di una protezione in argento per prevenire la corrosione, hanno già lavorato per 101.000 ore e i tecnici prevedono che possano raggiungere le 210.000 ore. Il "grande vecchio" ha dunque ancora buone carte da giocare. Hubble Space Telescope (Hst) andò in orbita a 520 km dalla superficie terrestre il 24 aprile 1990, con la missione Shuttle 31. La vita operativa prevista era di vent'anni. Oggi siamo quasi a 35. Cinque interventi di manutenzione in orbita lo hanno riparato e aggiornato. Fondamentale fu la prima missione, nel 1993, perché gli astronauti corressero un grave difetto delle ottiche sfuggito ai controlli al suolo prima del lancio. Quasi altrettanto importante è stata la missione - difficile e rischiosa - che nel 2009 ha dotato Hubble di strumenti allo stato dell'arte della tecnologia.
Lungo 13 m e largo 4, a terra Hubble pesa 11 tonnellate. Lo specchio principale, che misura 2,4 m, può operare in due configurazioni ottiche principali: la Cassegrain, con una distanza focale di 52,4 m, e la Ritchey-Chrétien, con distanza focale di 24 m. Eccezionali sono le prestazioni della "camera planetaria" ad altissima definizione. Le immagini trasmesse da Hubble sono milioni. Tra le più memorabili c'è quella di un angolino di cielo nella costellazione del-

▲ L'Hubble Extreme Deep Field (Xdf) combina 10 anni di fotografie del telescopio spaziale Hubble, scattate in una piccola porzione di cielo al centro dell'originale Hubble Ultra Deep Field e comprende circa 5500 galassie in vari stadi di evoluzione. L'immagine copre circa 13 miliardi di anni di sviluppo dell'universo. La galassia più lontana esisteva solo 450 milioni di anni dopo il Big Bang.

la Fornace, sotto Orione, largo solo un decimo del diametro apparente della Luna piena, nel quale si vedono 10.000 galassie. Certo è poco appariscente, ma è vertiginosa. Le galassie che compaiono in quella immagine risalgono a 700 milioni di anni dopo il Big Bang, un record oggi battuto dal Jwst; ma quando quella fotografia fu diffusa lasciò tutti con il fiato sospeso, perché mostrava oggetti 6 volte più deboli di tutte le immagini precedenti e aveva richiesto 280 ore di posa, un lavoro che impegnò 400 orbite di Hubble. L'immenso archivio di Hubble è ancora in gran parte da esplorare, tanto che una pubblicazione su due, prodotta con i suoi dati, non deriva da nuove osservazioni ma da ricerche rimaste in archivio. L'intelligenza artificiale, applicata a questo patrimonio, ci darà importanti scoperte almeno per altri dieci anni. ■

RIPARAZIONI E UPGRADE IN ORBITA

5 missioni di servizio

Tra il 1993 e il 2009, raggiungendo Hubble in orbita con lo Shuttle, gli astronauti hanno completato cinque missioni di servizio costose, complesse e molto rischiose. Tutte hanno avuto pieno successo: sono state cruciali per riparare, aggiornare e potenziare le sue capacità, estendendo la sua vita operativa ben oltre le aspettative iniziali. Ecco un riassunto di ciascuna missione:

1. **STS-61 (dicembre 1993):** la prima missione di manutenzione si è concentrata sull'installazione di componenti ottici correttivi (Costar), per compensare un'aberrazione sferica nello specchio primario di Hubble che era sfuggita ai controlli eseguiti durante la lavorazione.

2. **STS-82 (febbraio 1997):** con questa missione gli astronauti sostituirono due strumenti scientifici ormai obsoleti con strumenti nuovi e più efficienti, la Wide Field and Planetary Camera 2 (Wpc2) e la Near Infrared Camera and Multi-Object Spectrometer (Nicmos).

3. **STS-95 (dicembre 1999):** questa missione ha visto l'installazione di tre nuovi strumenti, la Space Telescope Imaging Spectrograph (Stis), la Advanced Camera for Surveys (Acs) e il Corrective Optics Space Telescope Axial Replacement (Costar), un sistema ottico migliorato per sostituire il Costar del 1993.

4. **STS-103 (febbraio 2002):** gli astronauti hanno installato due nuovi strumenti scientifici, la Cryogenic Infrared Camera and Spectrometer (Nicmos di seconda generazione) e la Servicing Mission Observatory Repair Tool Kit (Smort-1), un set di attrezzi per future riparazioni.

5. **STS-125 (maggio 2009):** l'ultima missione di manutenzione ha completato l'aggiornamento di Hubble con due nuovi strumenti, la Wide Field Camera 3 (Wfc3) e il Cosmic Origins Spectrograph (Cos), oltre alla sostituzione di batterie e giroscopi obsoleti.

Grazie a queste missioni di servizio, il telescopio spaziale Hubble ha potuto continuare a svolgere osservazioni scientifiche rivoluzionarie per oltre 34 anni, diventando una pietra miliare dell'astronomia moderna.

▲ L'astronauta Steven L. Smith all'esterno dello Space Shuttle Discovery, durante la seconda missione di servizio per la manutenzione di Hubble

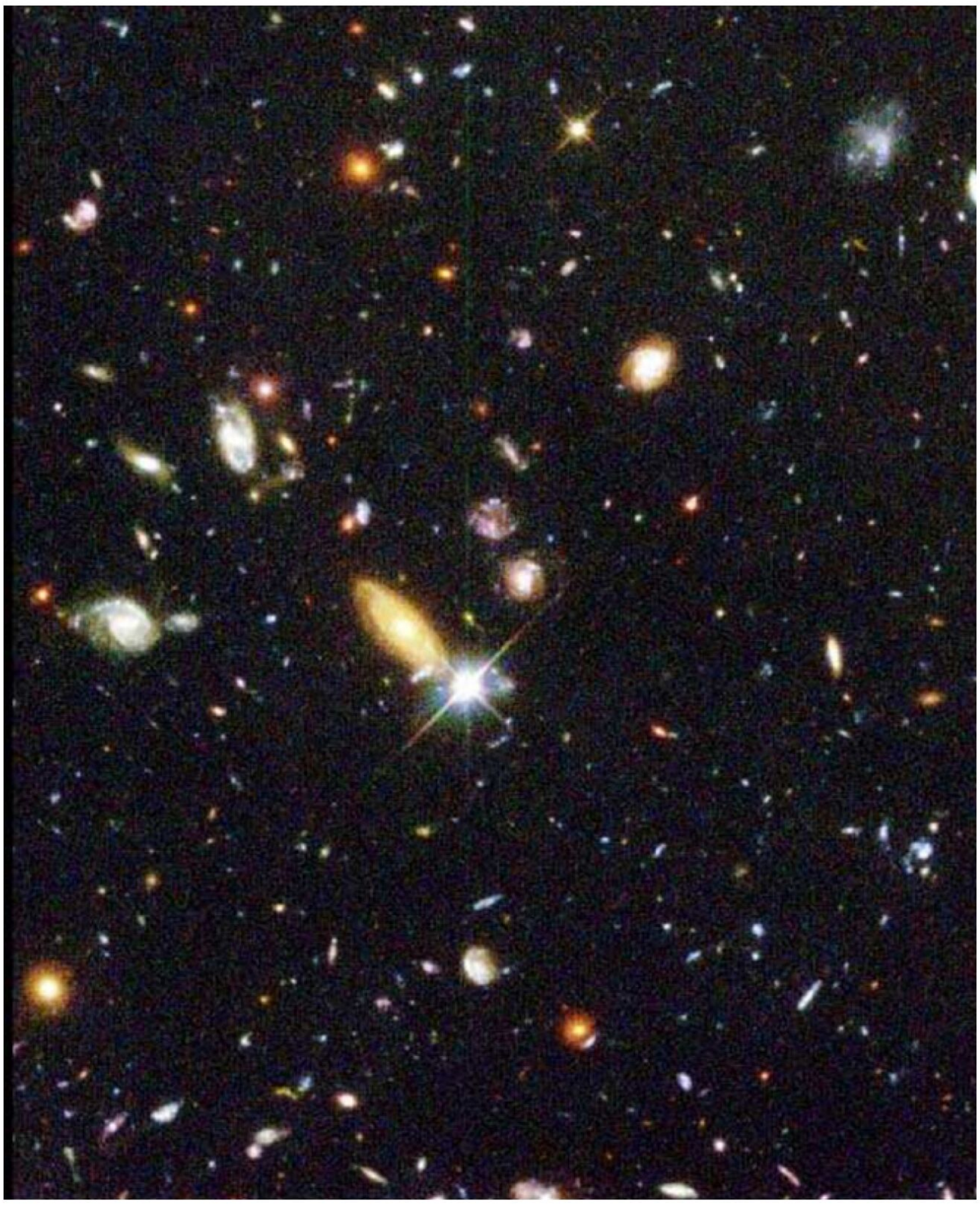
NUOVA SCIENZA

Cosa stiamo scoprendo e cosa ci aspetta

BIG BANG DA RISCRIVERE

NEL GIOVANE UNIVERSO BRILLANO LUCI NON PREVISTE
DALLA TEORIA COSMOLOGICA

La teoria del Big Bang rimane la migliore che abbiamo per descrivere l'origine dell'universo. Il moto di espansione che dilata lo spazio tra le galassie e la radiazione cosmica di fondo (cioè il calore residuo di quella immane liberazione di energia) sono le due grandi prove sperimentali a favore di questo scenario. Ma nel frattempo sono emersi dati e osservazioni che hanno costretto i cosmologi a ritoccare il quadro, prima introducendo "l'inflazione", un rapidissimo sviluppo cosmico che si sarebbe prodotto infinitesime frazioni di secondo dopo il Big Bang, poi la "materia oscura" e, infine, con la scoperta nel 1998 che l'espansione accelera, anche "l'energia oscura". Ora il telescopio spaziale James Webb vede più protogalassie di quante ci si aspettasse, e chissà che altro rivelerà nei prossimi anni. Così, oggi, certe teorie derivate dal modello a stringhe interpretano il Big Bang come una semplice transizione da uno stato preesistente, altre riabilitano l'universo oscillante in un continuo rimbalzo Big Bang/Big Crunch o ipotizzano un ribollire di multiversi. Quando avremo una nuova sintesi? ■



R. Williams (STScI), the Hubble Deep Field Team/Nasa/Esa

◀ Primo sguardo

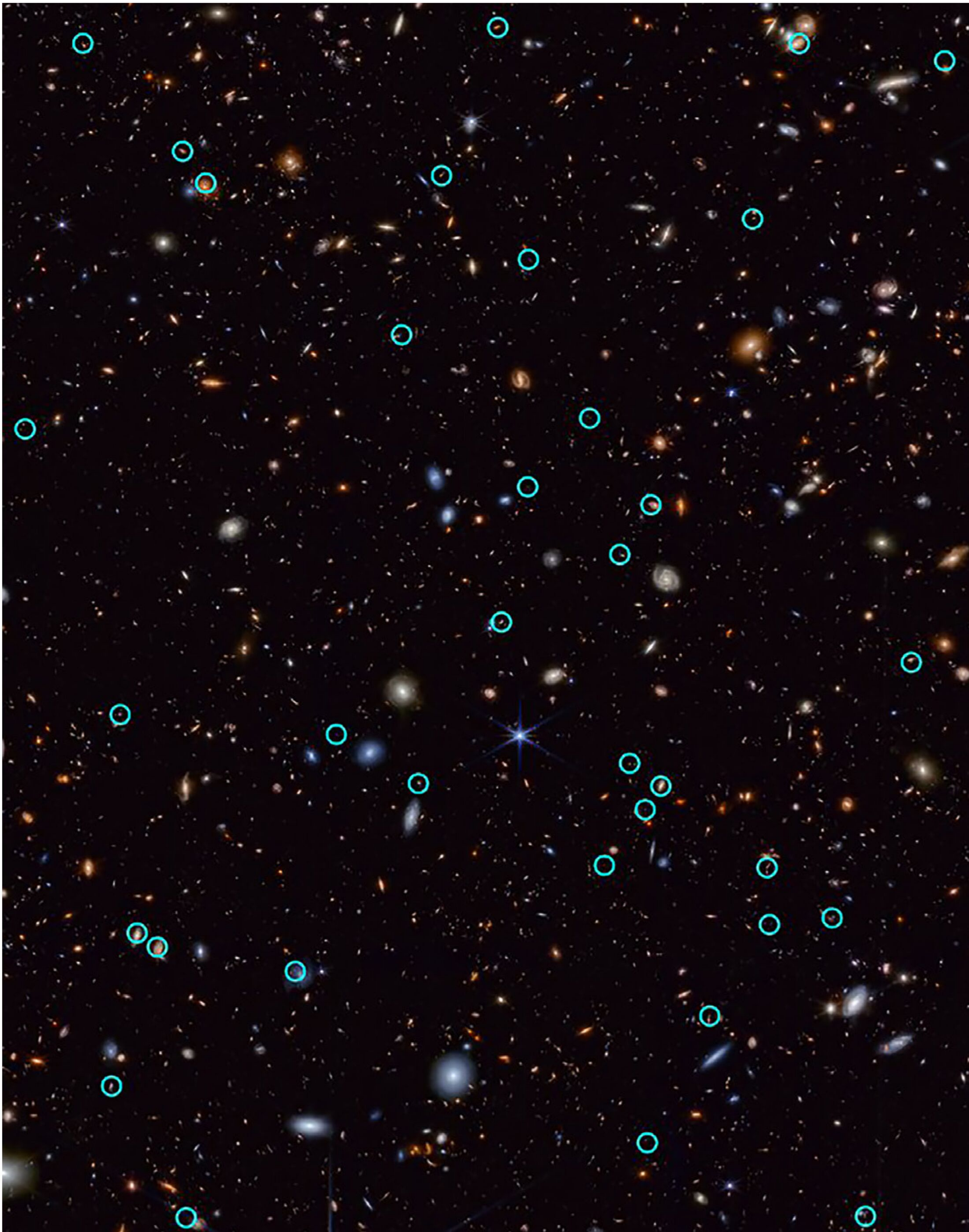
TELESCOPIO SPAZIALE HUBBLE, 15 GENNAIO 1996

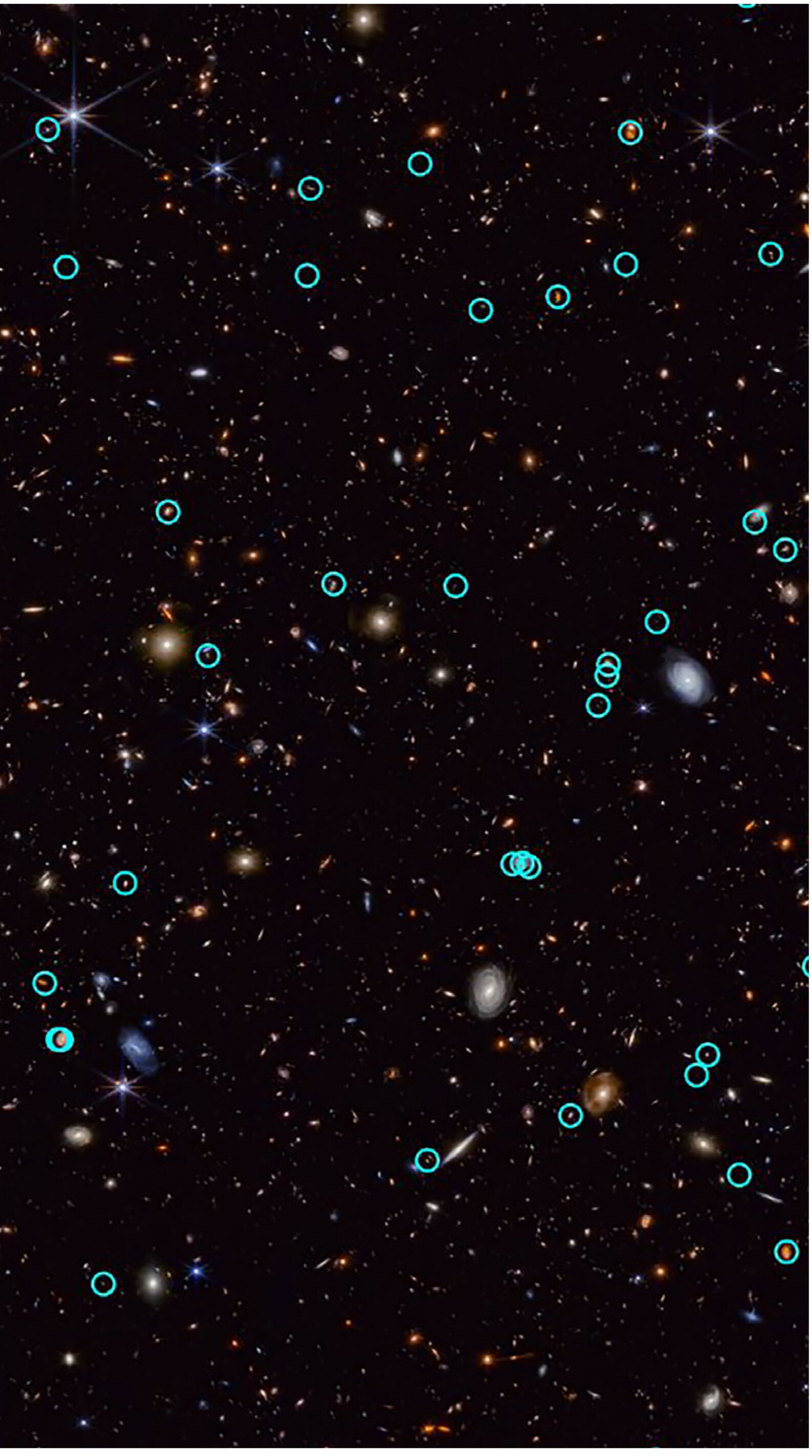
Quando è stato reso pubblico, il campo profondo di Hubble è diventato immediatamente un'immagine iconica, trasformando una porzione di cielo apparentemente vuota in una zona piena di galassie. Ma abbiamo rischiato di non vederla. Avendo ipotizzato che le prime galassie avrebbero avuto l'aspetto e il comportamento di quelle attuali, gli astronomi avevano previsto che sarebbe stata una perdita di tempo. Scoperte come quella di JWST 7329 (vedi "Una galassia impossibile") ci insegnano di nuovo la stessa lezione: l'universo primordiale è diverso da quello che ci aspettavamo.

◀ Campo profondo

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 12 LUGLIO 2022

Una folla di galassie bianche e luminose domina la scena, il primo "campo profondo" del telescopio spaziale James Webb. Conosciuto come ammasso SMACS 0723, il gruppo di galassie agisce come lente gravitazionale, deformando la luce di galassie più lontane e moltiplicandone le immagini. Le riprese nel vicino e medio infrarosso di Webb consentiranno ai ricercatori di catalogare con precisione la composizione delle galassie nell'universo primordiale e svelare nuovi dettagli su come si sono evolute nel corso di miliardi di anni. La regione di cielo osservata ha la dimensione apparente di un granello di sabbia tenuto alla distanza di un braccio, una minuscola scheggia del nostro gigantesco universo.

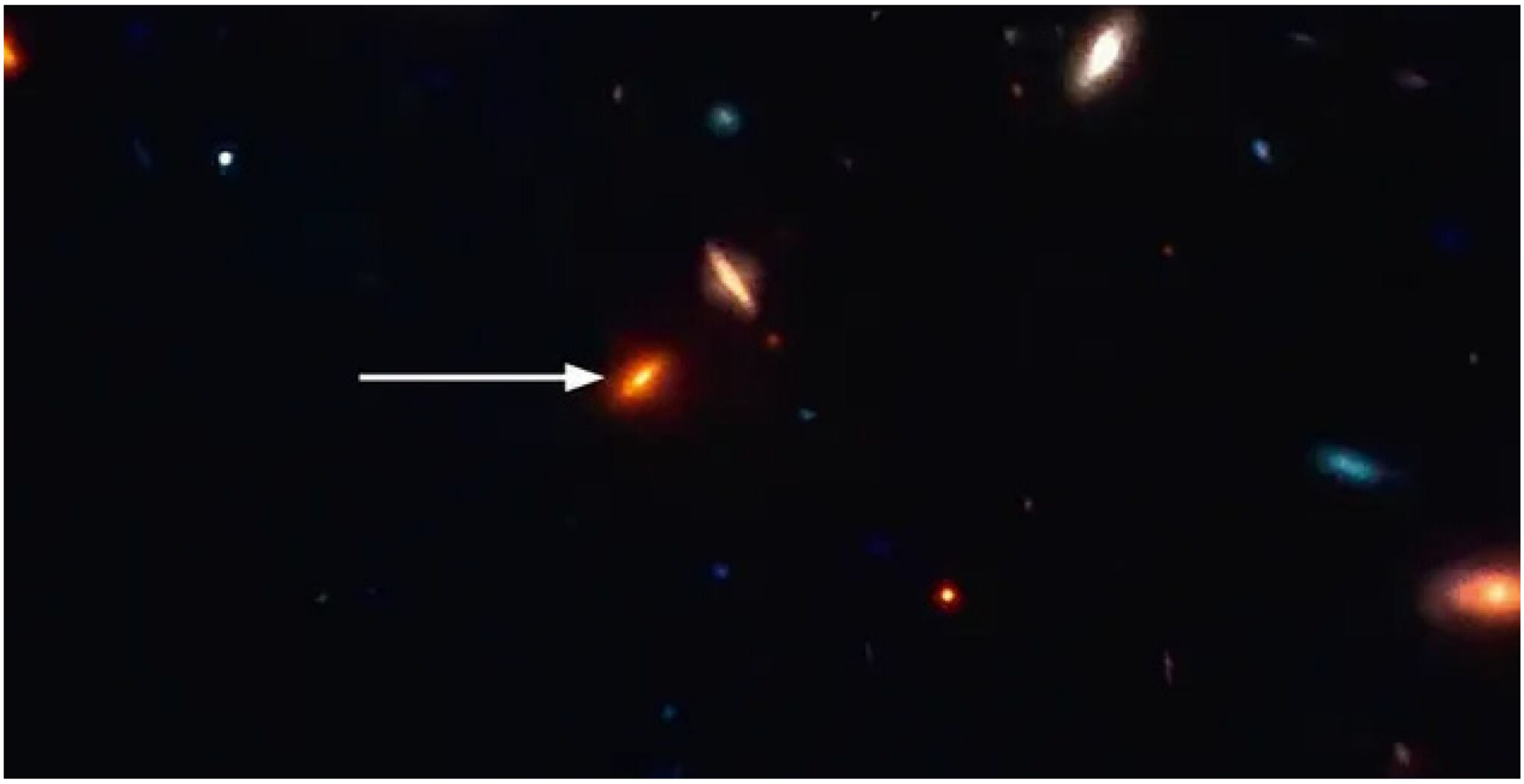




◀ **Lontane supernove**

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 10 GIUGNO 2024

Grazie ai dati di Webb, un gruppo di ricercatori ha identificato un numero di supernove nell'universo primordiale 10 volte superiore a quello precedentemente conosciuto. Alcune di queste sono anche le più lontane della loro categoria. Con il suo occhio all'infrarosso, Webb è ideale per trovare oggetti molto distanti, perché alla distanza corrispondono lunghezze d'onda maggiori, spostate quindi verso il rosso, un fenomeno noto come "redshift cosmologico".

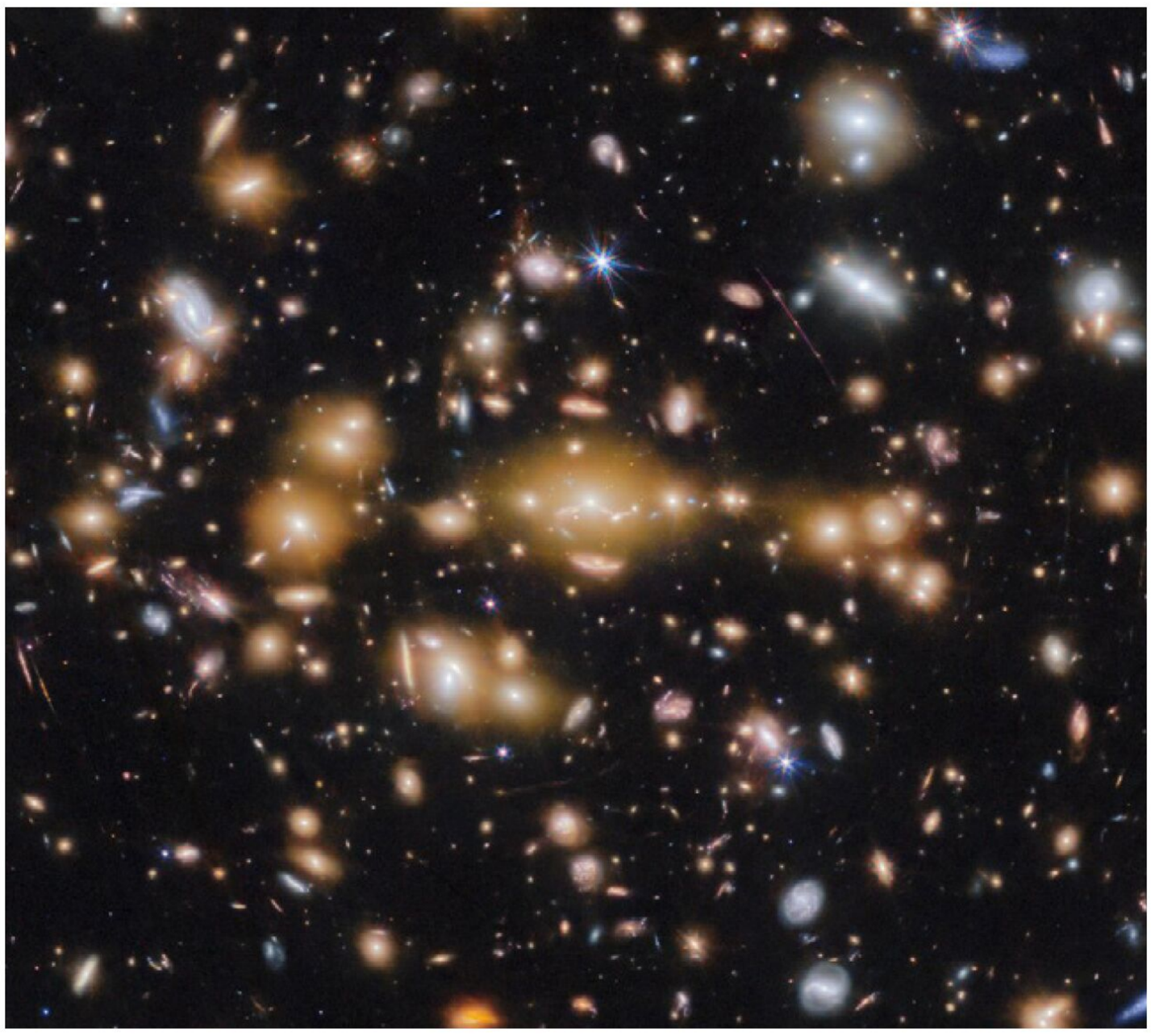


Nasa, Esa, James Webb Space Telescope

▲ Una galassia impossibile

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 14 FEBBRAIO 2024

Nonostante la relativamente giovane età, la galassia JWST 7329 ospita molte più stelle di quelle che avrebbero dovuto avere il tempo di formarsi. La galassia è stata individuata per la prima volta nel 2010 in un'indagine del cielo a infrarossi e ha subito colpito gli astronomi per la sua particolarità. Le osservazioni a terra si sono rivelate inadeguate e gli astronomi hanno dovuto attendere l'entrata in funzione del James Webb Space Telescope (Jwst) per rilevarne lo spettro. La galassia è così lontana che la vediamo come era 11 miliardi e 500 milioni di anni fa, appena 2 miliardi di anni dopo il Big Bang. Anche a questa "tenera età", la galassia aveva già una popolazione di stelle con circa 1 miliardi e 500 milioni di anni e una massa di stelle quattro volte superiore a quella della Via Lattea di oggi. Inoltre, la galassia sembra essere "morta" - il che significa che ha perso il suo gas freddo e cessato di formare nuove stelle - da almeno 1 miliardo di anni.

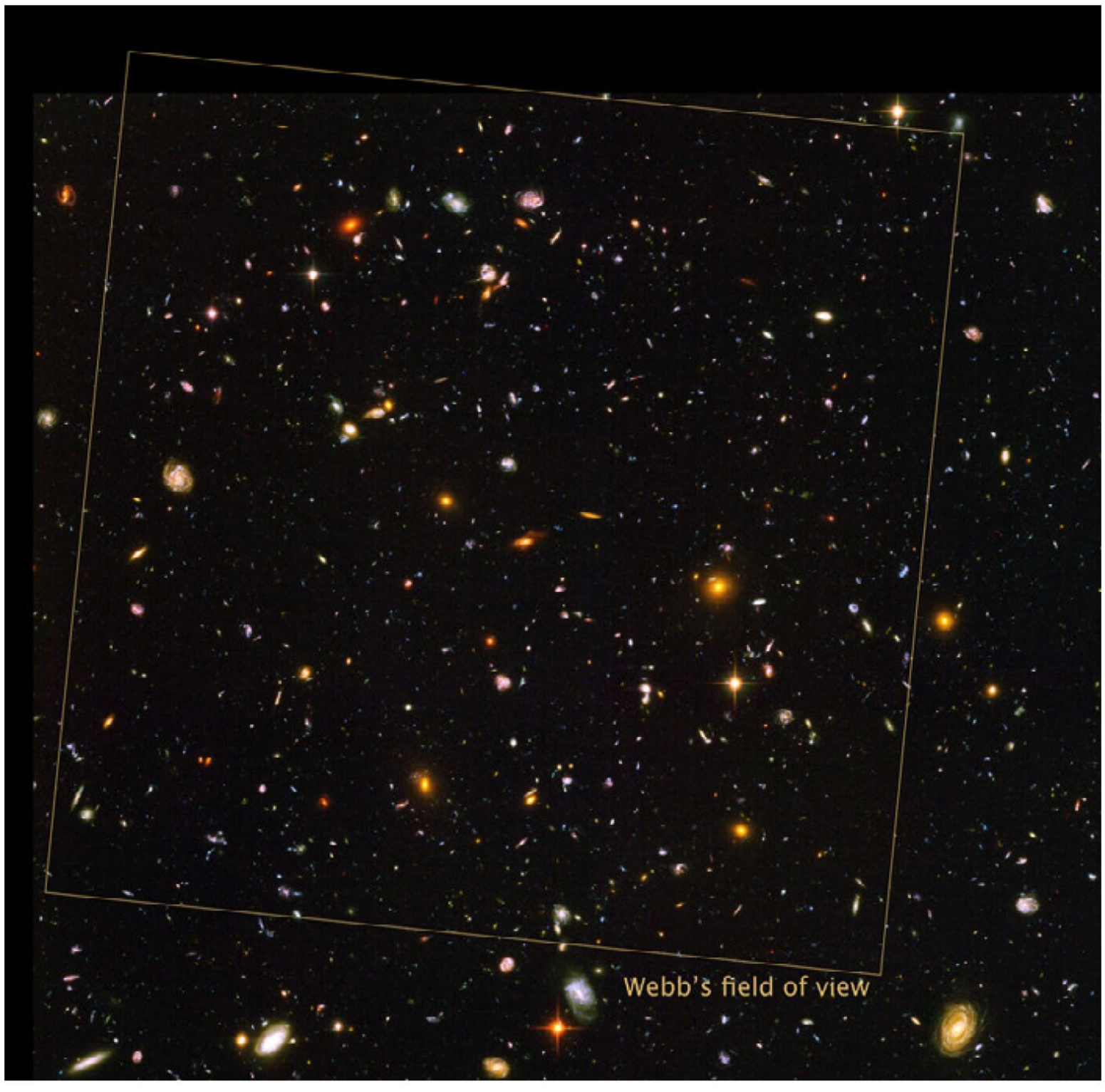


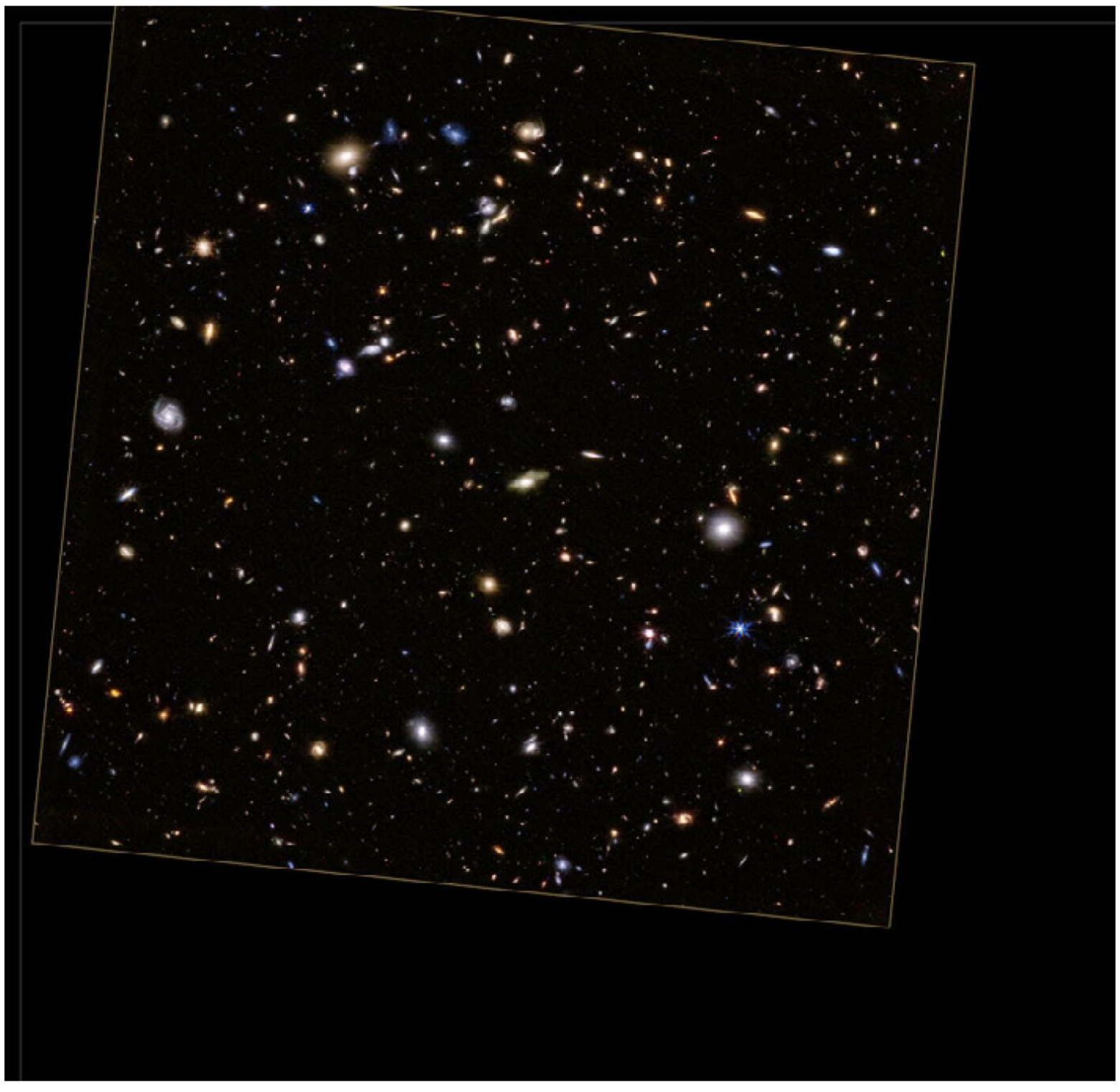
Esa/Webb, Nasa & Csa, L. Bradley (STScI), A. Adamo (Stockholm University) e the Cosmic Spring collaboration

▶ Giovani ammassi

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 24 GIUGNO 2024

Un team internazionale di astronomi ha utilizzato Webb per scoprire ammassi stellari legati gravitazionalmente quando l'universo aveva 460 milioni di anni. Si tratta della prima scoperta di ammassi stellari in una galassia neonata a meno di 500 milioni di anni dal Big Bang.





Nasa, Esa, Csa, J. DePasquale (STScI)

◀ Hubble, scansati

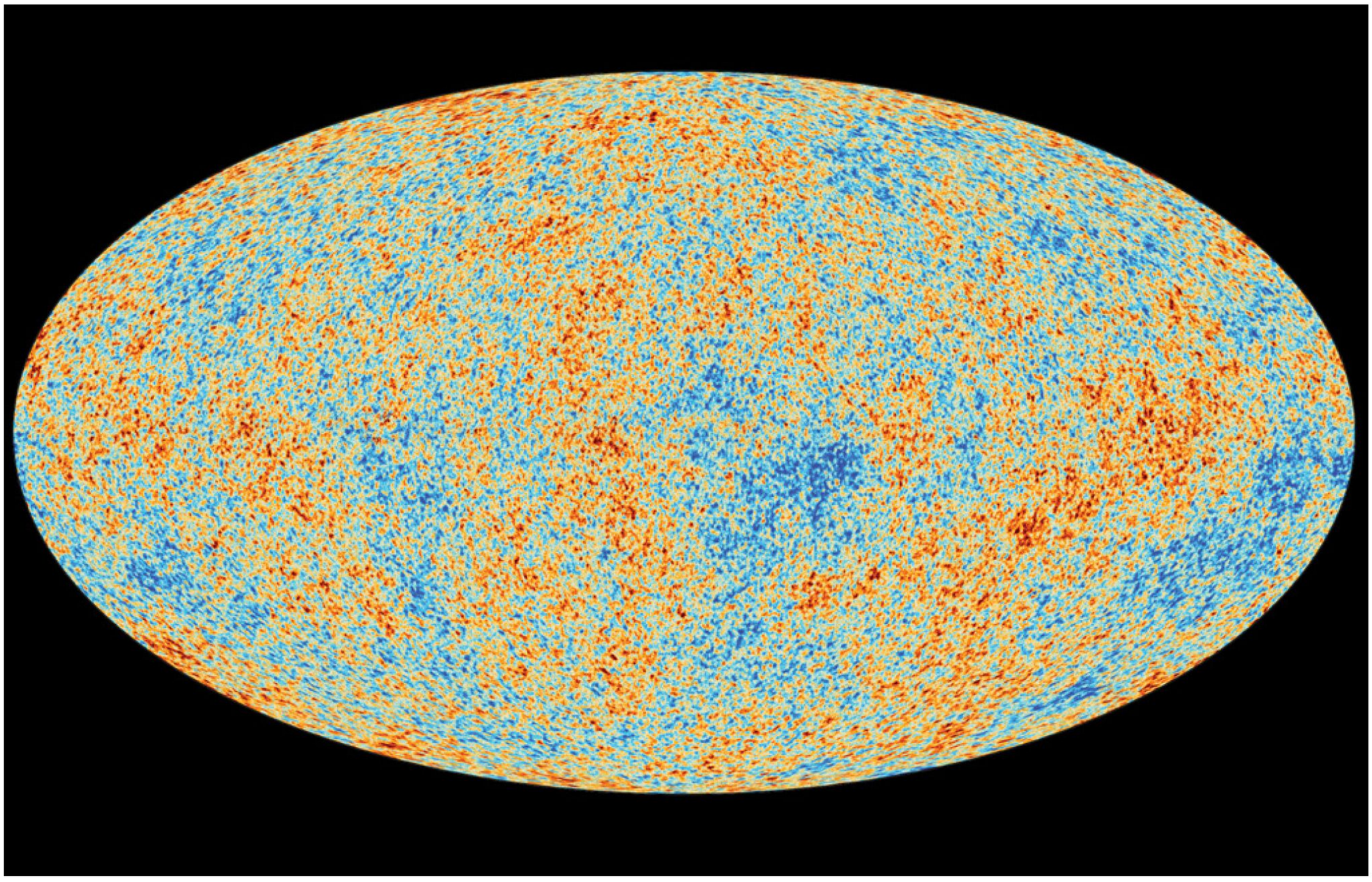
TELESCOPI SPAZIALI HUBBLE E WEBB, 12 MARZO 2024

Tra il 3 settembre 2003 e il 16 gennaio 2004, il telescopio spaziale Hubble ha ripreso quella che tuttora è la più profonda immagine in luce visibile che abbiamo di una porzione di universo. Sono servite 400 orbite del telescopio e 800 esposizioni, per un totale di 11 giorni abbondanti di ripresa (immagine in alto). L'11 ottobre 2022 Webb ha osservato la stessa porzione di cielo a una profondità paragonabile, impiegando però poco più di 20 ore (immagine in basso).

GALASSIE PRIMORDIALI

LE ANTICHE SORELLE DELLA VIA LATTEA:
MASSICCE, NUMEROSE, VARIEGATE

A proposito di stelle e galassie, agli astronomi si ripropone l'infantile dilemma se sia nato prima "l'uovo o la gallina". A lungo si è pensato che la materia uscita nel Big Bang – idrogeno all'80% della massa, elio per il 20% e "un pizzico" di litio – si sia dapprima addensata in proto-galassie, e solo dopo in queste nubi di gas si siano formate le prime stelle. Secondo la teoria alternativa, invece, la prime stelle sarebbero comparse poco dopo la cattura degli elettroni da parte dei protoni e dei nuclei di elio (la fase di re-ionizzazione). Soltanto dopo, le stelle si sarebbero aggregate in sistemi che si sarebbero evoluti a loro volta in galassie. Le minime discontinuità nella radiazione cosmica di fondo, mappate dal satellite Planck, non hanno risolto la questione, e neppure è stato sufficiente arrivare a ridosso del Big Bang con il telescopio spaziale Hubble. Ci sta riuscendo, ora, il nuovo telescopio spaziale James Webb, sia perché raccoglie la luce con uno specchio di 6,5 m (contro i 2,4 di Hubble) sia soprattutto perché "guarda" nell'infrarosso, ed è lì che si stanno osservando i primi ammassi di protostelle all'origine delle protogalassie. ■



▲ La luce più antica

TELESCOPIO SPAZIALE PLANCK, LUGLIO 2018
Le anisotropie della radiazione cosmica di fondo a microonde, o Cmb, osservate dalla missione Planck dell'Esa. La Cmb è un'istantanea della luce più antica del cosmo, impressa nel cielo quando l'universo aveva appena 380.000 anni. Mostra minuscole fluttuazioni di temperatura che corrispondono a regioni con densità leggermente diverse, i semi di tutte le strutture future: le stelle e le galassie di oggi.

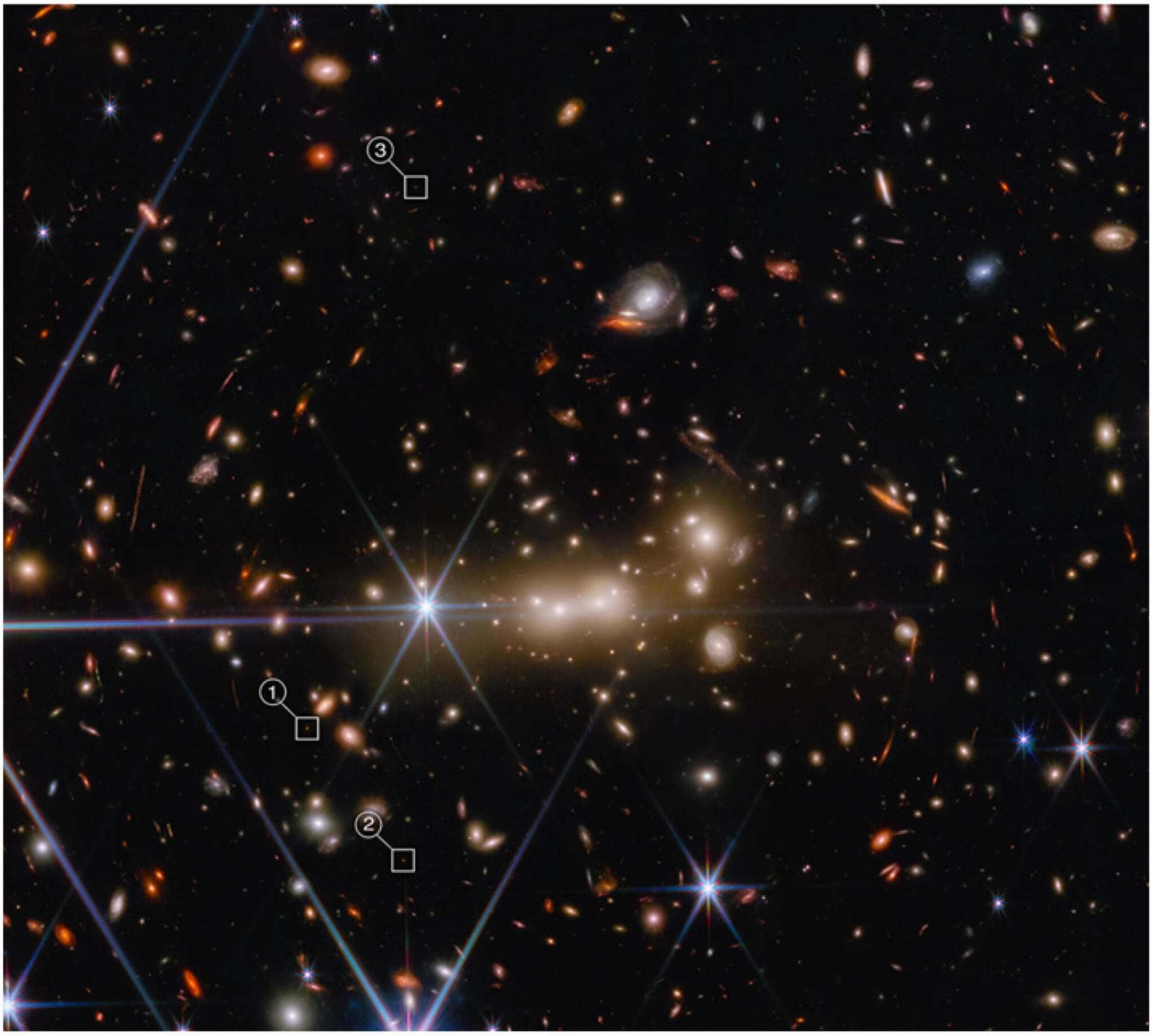
◀ 50.000 galassie

TELESCOPIO SPAZIALE EUCLID, 23 MAGGIO 2024
Abell 2390 è un gigantesco ammasso di galassie. In questa foto se ne possono contare oltre 50.000, le cui distanze possono essere misurate grazie alle nuove osservazioni. Gli ammassi come Abell 2390 contengono enormi quantità di massa (fino a 10.000 miliardi di volte quella del Sole), in gran parte sotto forma di materia oscura, e sono quindi quindi laboratori astrofisici ideali.

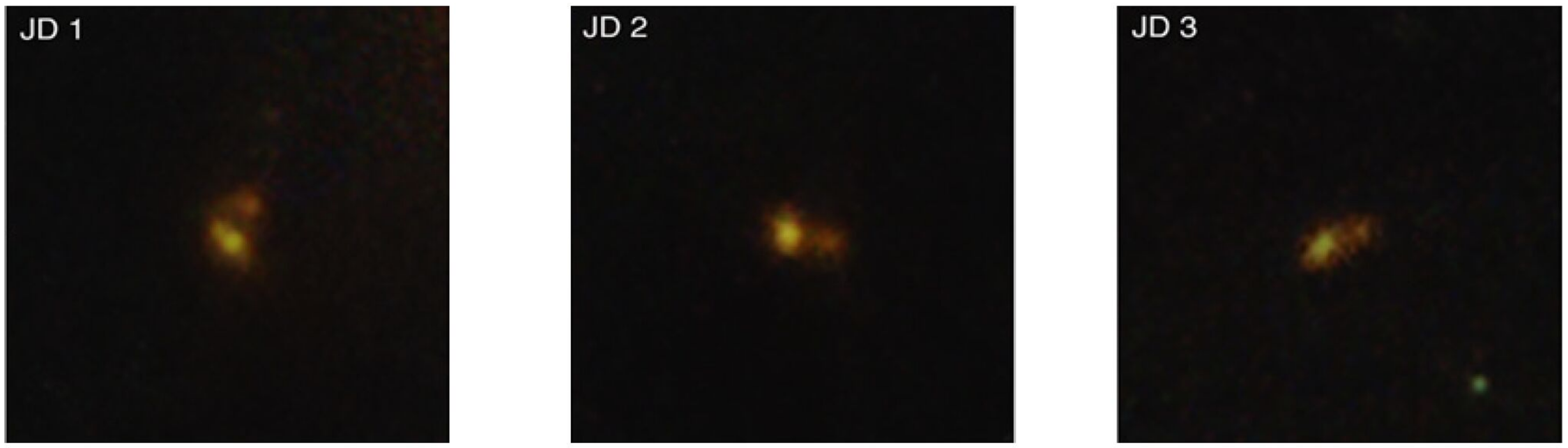
Nasa, Esa, Csa, STScI, B. Robertson (UC Santa Cruz), B. Johnson (CfA), S. Tacchella (Cambridge), P. Cargile (CfA)

▲ La più lontana

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 30 MAGGIO 2024
Gli scienziati sfruttano il telescopio spaziale James Webb per esplorare quella che definiscono "l'alba del cosmo", centinaia di milioni di anni dopo il Big Bang, in cui sono nate le prime galassie. Queste ultime forniscono informazioni fondamentali sul modo in cui gas, stelle e buchi neri si comportavano quando l'universo era molto giovane. Utilizzando lo strumento NirSpec (Near-Infrared Spectrograph), si è ottenuto lo spettro di una galassia da record che sembra risalire ad appena 290 milioni di anni dopo il Big Bang.

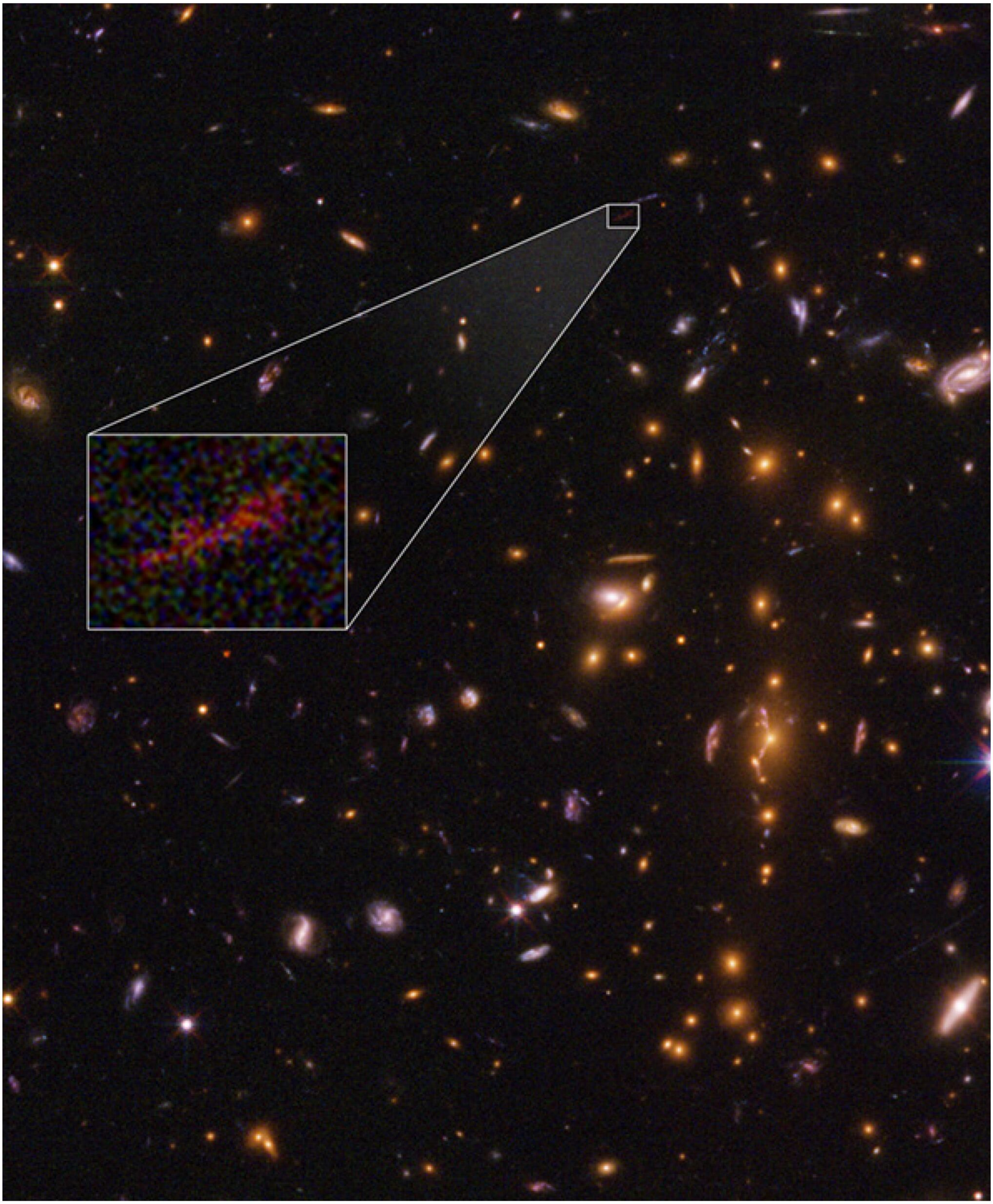


Nasa, Esa, Csa, STScI, and Tiger Hsiao (Johns Hopkins University). Elaborazioni delle immagini: Alyssa Pagan (STScI)



▲ Dettagli mai visti

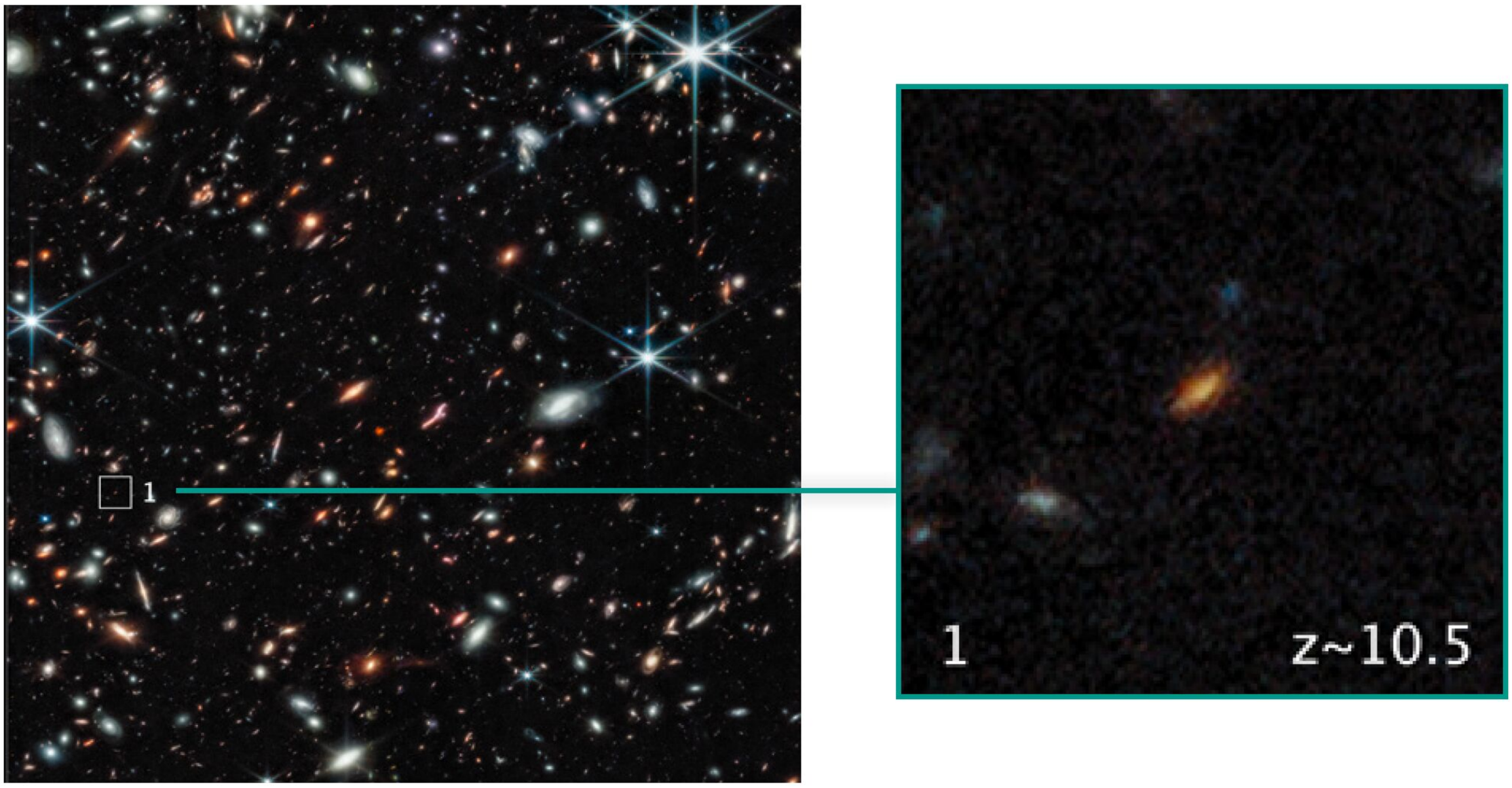
TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 26 OTTOBRE 2022
La gravità dell'ammasso di galassie MACS0647 agisce come una lente cosmica che devia e ingrandisce la luce proveniente dalla galassia alle sue spalle, MACS0647-JD. Non solo, la lente moltiplica l'immagine di JD, facendola apparire in tre punti distinti, contrassegnati come JD1, JD2 e JD3.



Nasa, Esa e B.Salmon (STScI)

▲ Come eravamo

TELESCOPIO SPAZIALE HUBBLE, 11 GENNAIO 2018
La galassia nel riquadro, denominata SPT0615-JD, risale a quando l'universo aveva "appena" 500 milioni di anni. Il campo gravitazionale di un massiccio ammasso di galassie in primo piano, SPT-CL J0615-5746, ne amplifica e deforma la luce, che appare disposta ad arco. L'analisi delle immagini mostra che la galassia ha una massa pari a circa 1/100 della Via Lattea e una dimensione inferiore a 2500 anni luce. È considerato un prototipo delle giovani galassie emerse durante l'epoca immediatamente successiva al Big Bang.



Nasa, Esa, Csa, Tommaso Treu (Ucla)

▲ Piccole e luminose

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 17 NOVEMBRE 2022
Due delle galassie più lontane osservate finora sono state catturate in queste immagini delle regioni esterne dell'ammasso di galassie Abell 2744. Le galassie non sono all'interno dell'ammasso, ma molti miliardi di anni luce più lontano e risalgono a 450 e 350 milioni di anni dopo il Big Bang.

Le osservazioni di Jwst sembrano indicare che le galassie nell'universo primordiale fossero più luminose, anche se più compatte di quanto previsto finora. Se ciò fosse vero, potrebbe essere più facile trovarne un numero ancora maggiore.

PIANETI ABITABILI IN VISTA

MA IL VERO PROBLEMA È CHE NON SAPPIAMO BENE COSA SIA LA VITA

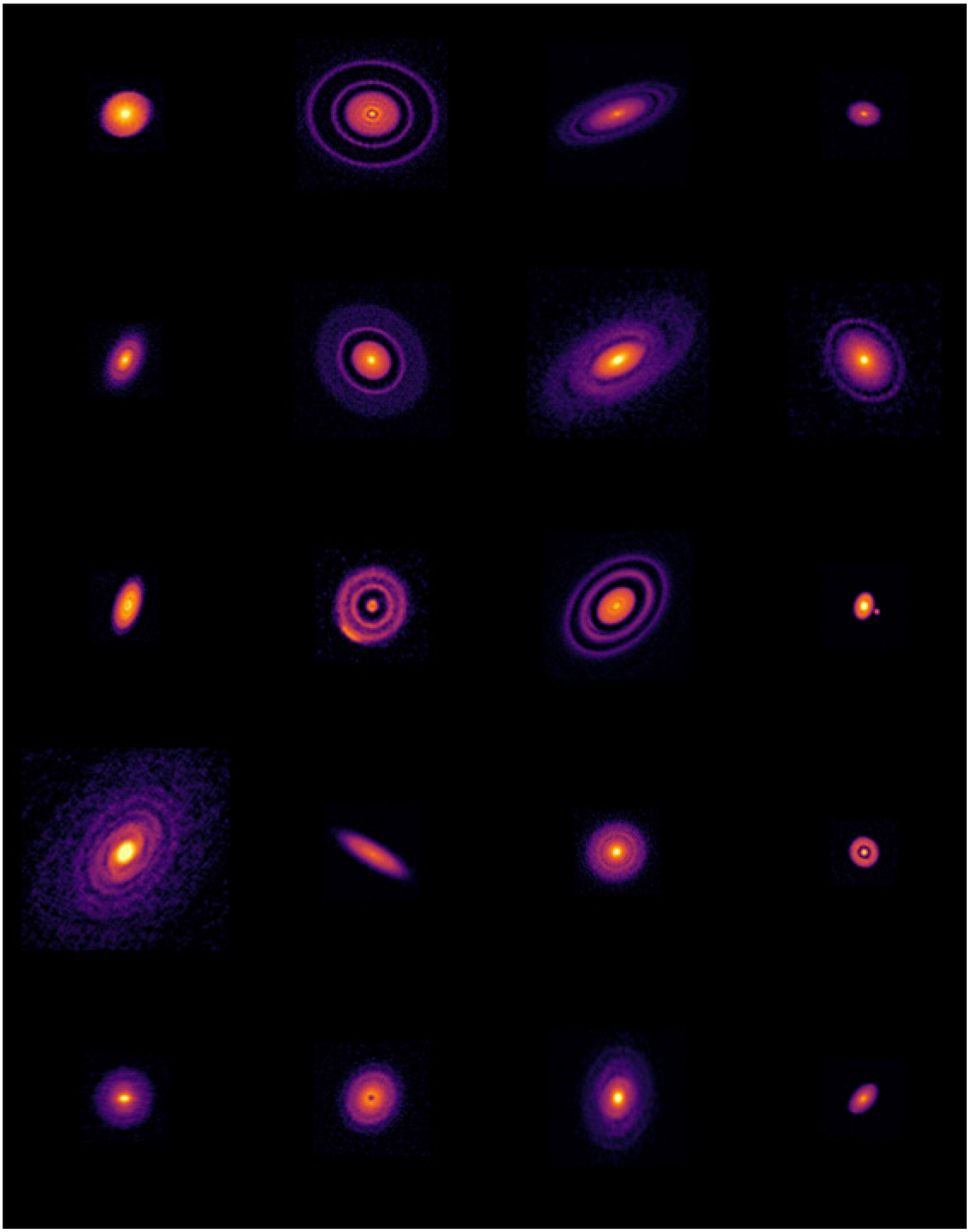
Fino al 1995 non si conosceva nessun pianeta oltre a quelli del Sistema solare. Nei trent'anni trascorsi da allora, intorno ad altre stelle ne sono stati scoperti più di 5000. Oggi sappiamo che quasi ogni stella ha un corteo di pianeti. Per limitarci alla nostra galassia, la Via Lattea, possiamo supporre che ne esistano centinaia di miliardi, un numero statisticamente così grande da rendere probabile, se non certa, l'esistenza di innumerevoli posti simili alla Terra. L'obiettivo degli astronomi si è quindi spostato dalla generica individuazione di esopianeti alla ricerca mirata di quelli dove potrebbe essersi sviluppata qualche forma di vita, magari anche intelligente e dotata di una tecnologia che ci permetta di stabilire un contatto. La nuova strategia consiste nell'indagare gli esopianeti di stelle relativamente vicine – diciamo entro 100 anni luce – e solo se risultano inclusi nella cosiddetta "fascia di abitabilità", dove la temperatura è compresa tra qualche decina di gradi sotto lo zero e pochi gradi sopra i 100, cioè la "finestra" entro la quale l'acqua esiste nei tre stati gassoso, liquido e solido. Trovati questi pianeti, si tratta di accertare che abbiano un'atmosfera per poi analizzarla, con la speranza di trovare nella sua composizione qualche "firma" chimica della vita. Qui però ci si scontra con il nostro ineludibile antropocentrismo: cerchiamo qualcosa che ci somigli e abbiamo grandi difficoltà a immaginare qualcosa di diverso. Mezzo secolo fa si usava la parola "esobiologia" per indicare la disciplina che indagava sulla vita fuori dalla Terra; oggi si parla di "astrobiologia". Ma comunque la si chiami, si tratta di una disciplina dallo statuto scientifico fragile, per il semplice fatto che della vita abbiamo una visione "provinciale". Potremmo essere circondati da vita aliena e non accorgercene, come fa notare l'astrobiologa Sabrina Mugnos, perché fuori dalla nostra portata sensoriale. Basti pensare a quanto diverse siano tra loro creature come batteri, alberi, pesci, uccelli, elefanti, polpi e coralli, che pure si sono sviluppati tutti nell'ambiente terrestre che ci è familiare. I primi esopianeti furono scoperti raffinando tecniche basate sull'effetto Doppler o sulla misura di minime variazioni di luminosità. Forse le tecniche dell'astrobiologia sono ancora da inventare. Per questo la sfida è decisamente più eccitante. ■

◀ È nato un pianeta

VERY LARGE TELESCOPE (VLT), 16 DICEMBRE 2020
PDS 70 è una giovane stella a circa 370 anni luce dalla Terra. Nel 2018 il Very Large Telescope, dell'European Southern Observatory, ha fornito la prima immagine chiara di un pianeta in formazione intorno alla stella. Il pianeta è il punto luminoso a destra (la luce della stella, al centro, è oscurata da un coronografo). Nelle vicinanze è stato individuato un secondo pianeta. Il sistema planetario è un futuro obiettivo del telescopio spaziale Webb.

◀ Il grande cugino

Questa illustrazione mostra l'aspetto che potrebbe avere K2-18 b, in base ai dati scientifici. Si tratta di un esopianeta 8,6 volte più massiccio della Terra, lontano 120 anni luce e che orbita attorno alla stella nana fredda K2-18 nella zona abitabile. Una nuova indagine condotta da Webb ha rivelato la presenza di molecole contenenti carbonio, tra cui metano e anidride carbonica. L'abbondanza di metano e anidride carbonica, nonché la scarsità di ammoniaca, supportano l'ipotesi che K2-18 b possa nascondere un oceano d'acqua sotto un'atmosfera ricca di idrogeno.



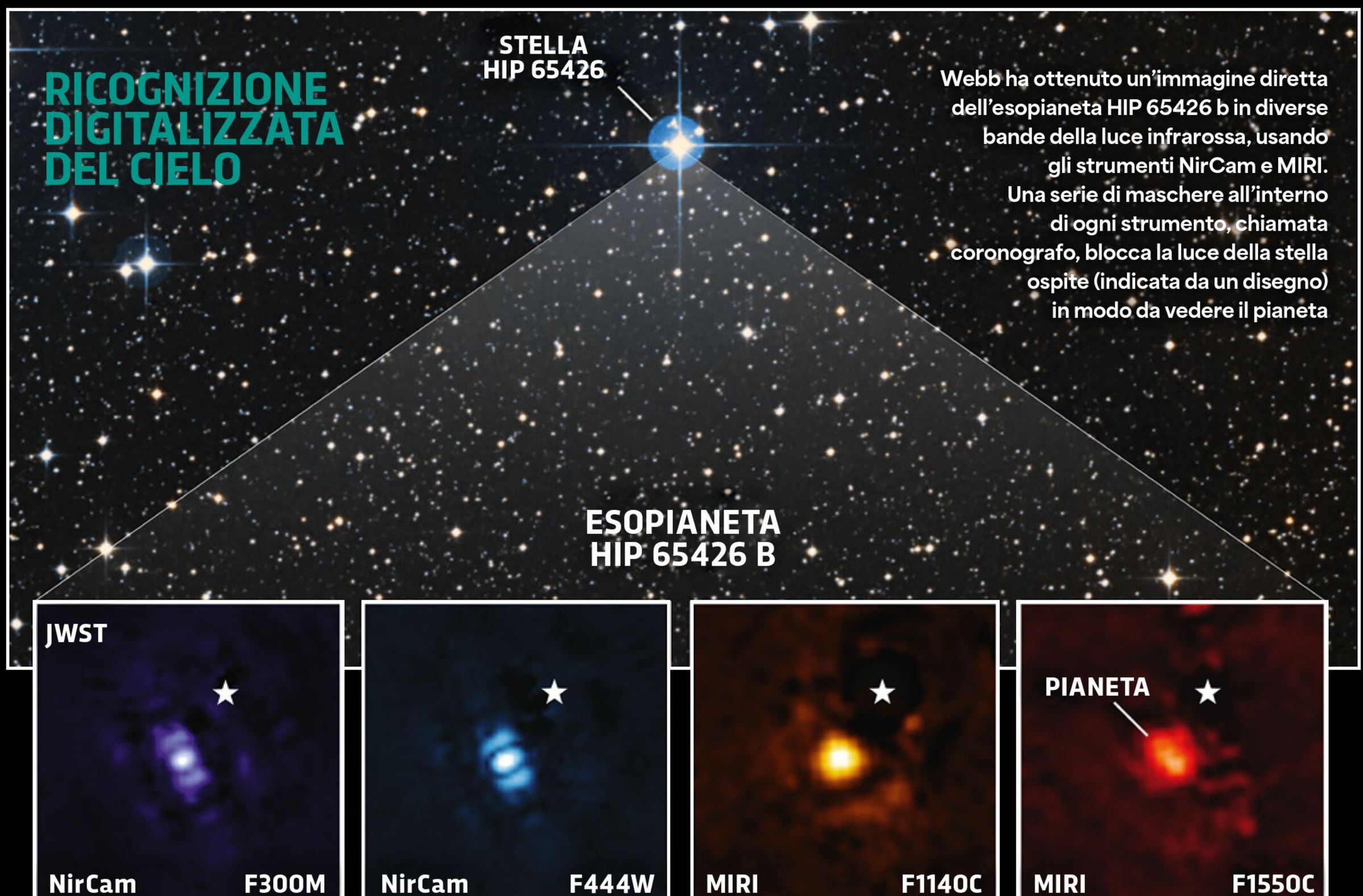
▲ Collezione di dischi

RADIOTELESCOPIO ALMA, 22 SETTEMBRE 2021

Dischi protoplanetari osservati dall'Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (Alma) del Cile, nel 2018. Il telescopio spaziale Webb ne analizzerà 17 per ricavarne gli spettri in dettaglio e quindi la composizione chimica.

WEBB STUDIA GLI ESOPIANETI

RICOGNIZIONE DIGITALIZZATA DEL CIELO

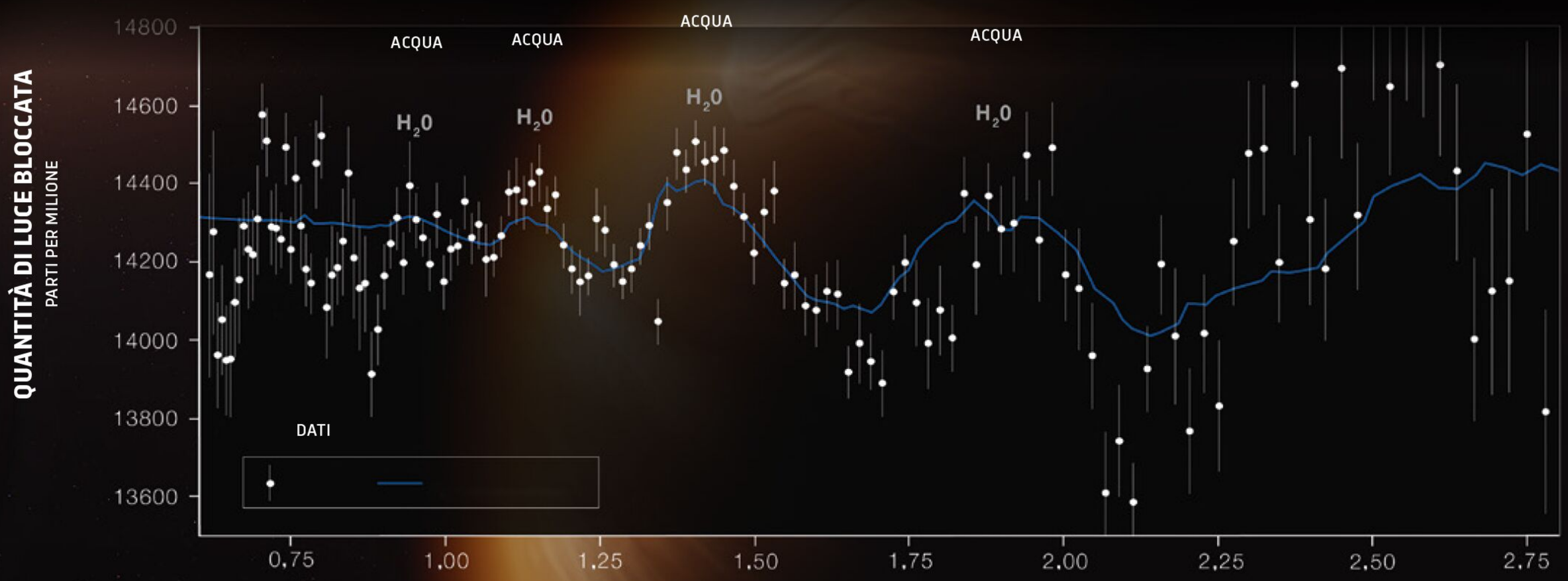


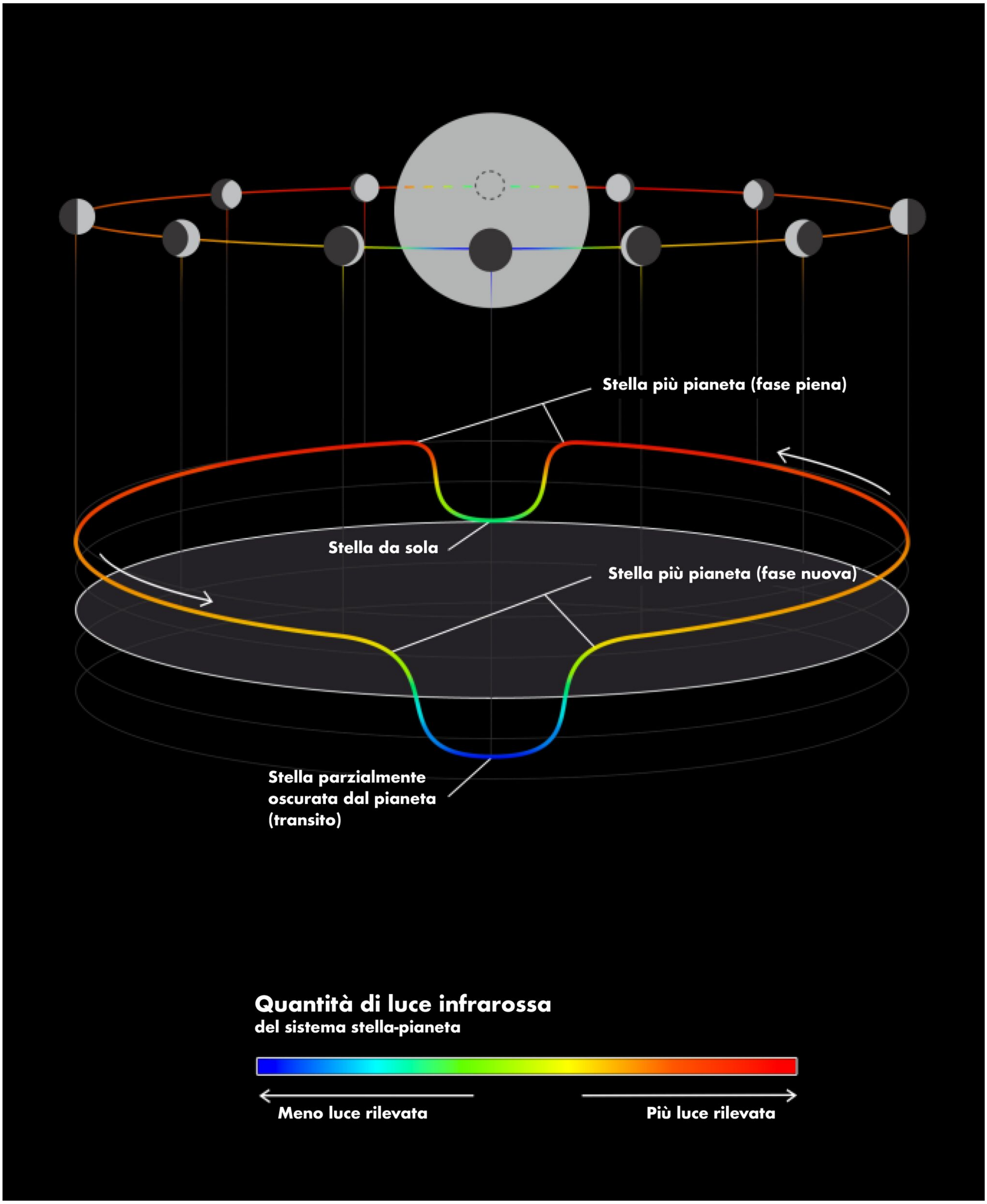
Webb ha ottenuto un'immagine diretta dell'esopianeta HIP 65426 b in diverse bande della luce infrarossa, usando gli strumenti NirCam e MIRI. Una serie di maschere all'interno di ogni strumento, chiamata coronografo, blocca la luce della stella ospite (indicata da un disegno) in modo da vedere il pianeta

COMPOSIZIONE DELL'ATMOSFERA

ESOPIANETA WASP-96 B, GIGANTE GASSOSO CALDO

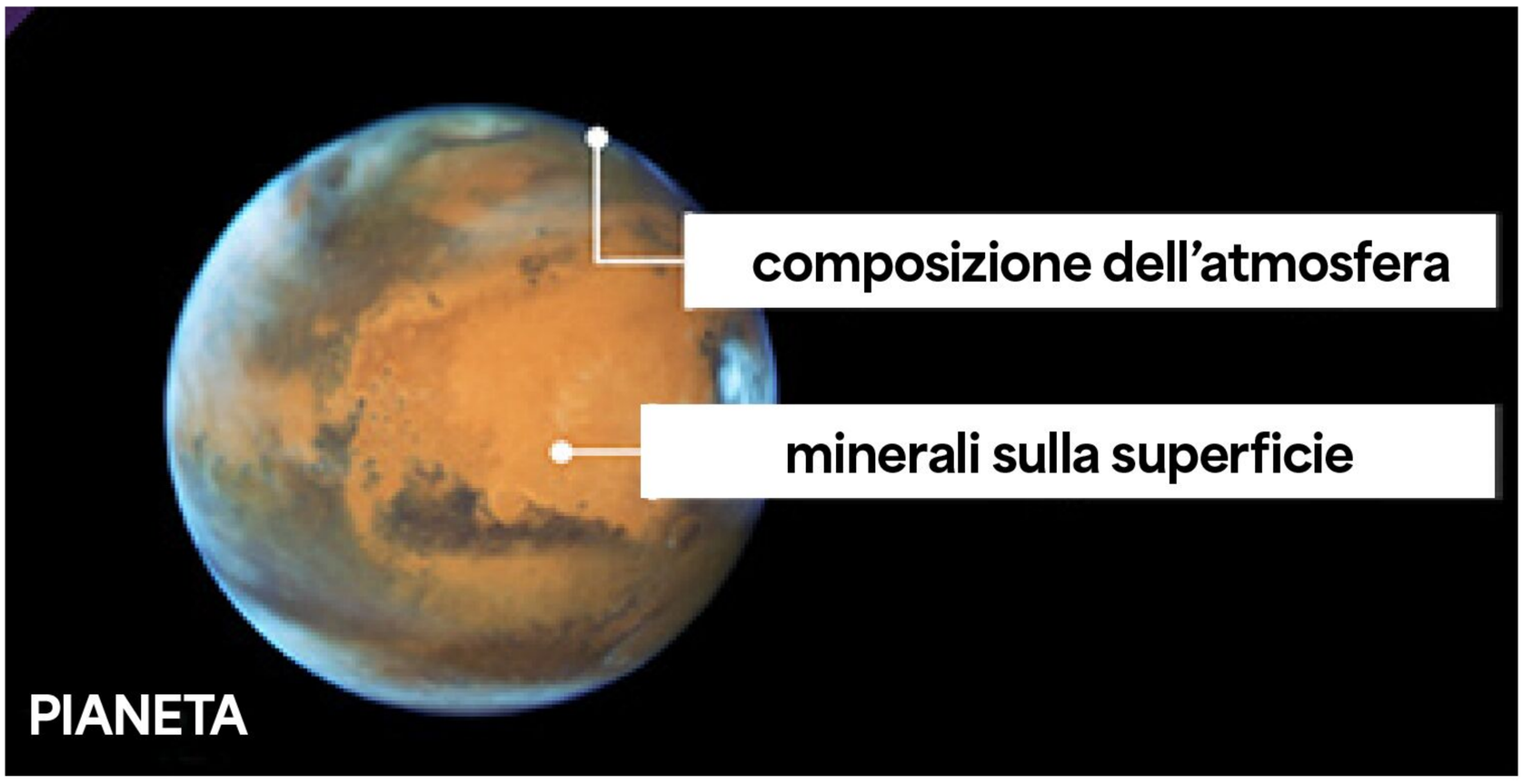
Lo spettro di trasmissione ricavato da una singola osservazione con lo strumento Niriss di Webb rivela le caratteristiche atmosferiche dell'esopianeta gigante gassoso WASP-96 b. Lo spettro si ottiene confrontando la luce stellare filtrata dall'atmosfera di un pianeta, che si muove davanti alla stella, con la non filtrata rilevata quando il pianeta si trova accanto alla stella. Ognuno dei 141 punti sul grafico rappresenta la quantità di una specifica lunghezza d'onda della luce, che viene bloccata dal pianeta e assorbita dalla sua atmosfera

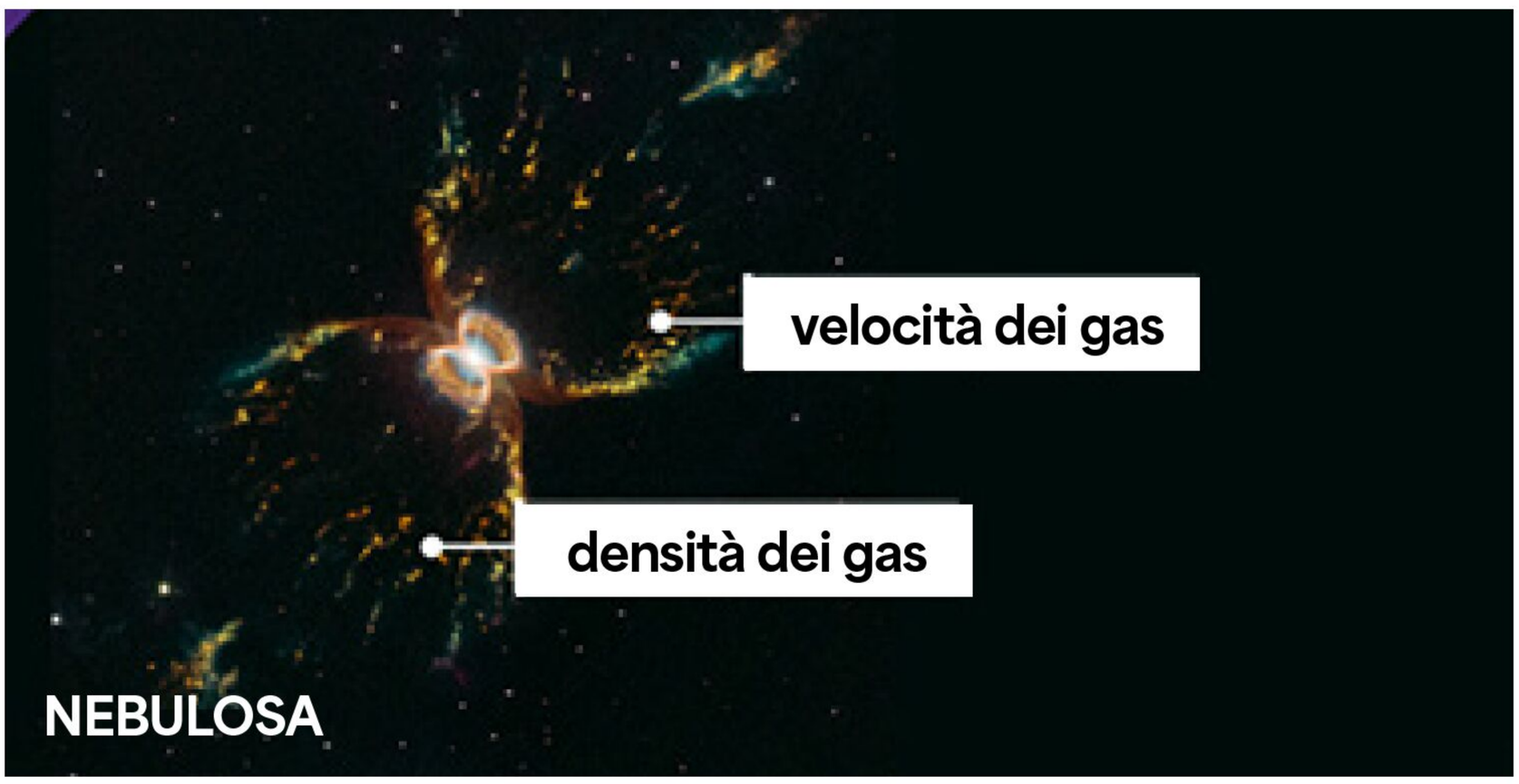


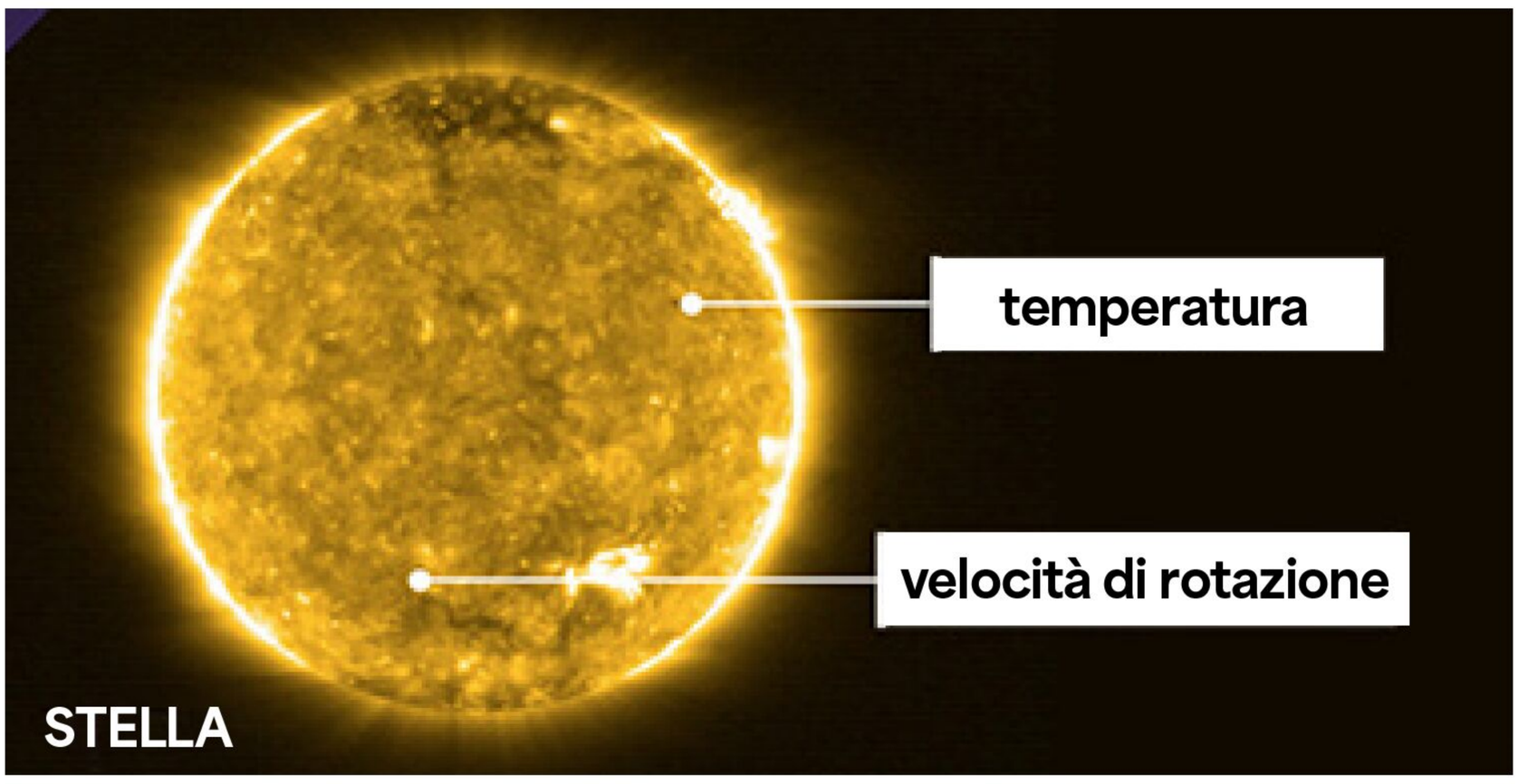


▲ Luce rivelatrice

Questo diagramma semplificato della curva di fase di un esopianeta mostra la variazione della luminosità totale di un sistema stella-pianeta, mentre il pianeta orbita intorno alla stella. Il sistema appare più luminoso quando la parte illuminata del pianeta è rivolta verso il telescopio (fase piena) e più debole quando la parte scura è rivolta verso il telescopio (fase nuova). Il Mid-Infrared Instrument (MIRI) di Webb è abbastanza sensibile da misurare cambiamenti molto sottili nella quantità totale di luce proveniente da un esopianeta e dalla stella ospite, anche quando la stella è troppo luminosa e il pianeta troppo vicino per poterli vedere separatamente.







Nasa, Esa, Hubble Heritage Team (STScI/Aura), J. Bell (Asu) e M. Wolff (Space Science Institute), STScI. Solar Orbiter/EUI Team/Esa, Csl, Ias, Mps, Pmod/Wrc, Rob, Ucl/Mssl.

▲ Che cosa ci dice la spettroscopia

Quasi tutto ciò che sappiamo sulla composizione, la temperatura e il movimento di pianeti, stelle, nebulose e galassie deriva dalla spettroscopia: la misurazione dei colori della luce che emettono, assorbono, trasmettono e riflettono. Ad esempio, la spettroscopia fornisce informazioni sulla composizione delle atmosfere planetarie e sui minerali presenti sulla superficie, sulla densità e sulla velocità del gas in una nebulosa, sulla temperatura e sulla velocità di rotazione di una stella. Nell'immagine, Marte ripreso da Hubble, la Nebulosa Meridionale del Granchio, sempre a opera di Hubble, e il Sole fotografato dalla sonda Solar Orbiter.

DOVE NASCONO LE STELLE

LE NEBULOSE CHIARE E OSCURE SONO
IL REPARTO MATERNITÀ DELL'UNIVERSO

Nasa, Esa, Csa, STScI, Klaus Pontoppidan (STScI)

Ogni tanto nel cielo compare una stella mai vista prima, ma non stiamo assistendo alla sua nascita, bensì alla sua morte.
Per motivi storici, si parla di stelle "nove" e, se sono molto brillanti, di "supernove". Sono, invece, stelle vecchie, sia pure in modo diverso. Le "nove" sono astri che hanno parecchi miliardi di anni e stanno esaurendo il loro combustibile nucleare: nell'agonia si espandono e poi crollano su sé stesse trasformandosi in "nane bianche". Le "supernove", invece, sono stelle vecchie solo relativamente: hanno appena qualche milione di anni ma, poiché sono molto massicce, il loro ciclo di vita è breve. Quindi sono giovani rispetto alle "nove", ma anziane nella loro categoria.
Le supernovae sono rare: in media nella nostra galassia ne compare una ogni 400 anni. Circa cento volte più frequenti sono le "nove" visibili a occhio nudo.
Tutto ciò per dire che a occhio nudo può capitare di veder morire una stella, ma non ne vedremo mai nascere una da un giorno all'altro. Possiamo però vedere, con l'aiuto di un telescopio, la loro lenta gestazione nelle nebulose di gas e di polveri, dove si formano a migliaia. Questi addensamenti di gas (idrogeno molecolare ed elio) e di minuti granuli solidi (carbonio e silicati) nell'arco di alcuni milioni di anni collassano intorno a zone dove casualmente la concentrazione di materia è maggiore.
I nuclei di condensazione in fase avanzata appaiono come cerchietti neri sullo sfondo luminoso della nebulosa: sono chiamati "globuli di Bok", dal nome dell'astronomo olandese Bart Bok che li scoprì nel 1947. Nella fase conclusiva, questi bozzoli stellari si scaldano e infine si accendono le reazioni termonucleari. A quel punto possiamo dire che è nata una stella. Purtroppo non accade sulla scala di tempo della vita umana.
Le nebulose di gas e polveri sono dunque i "reparti maternità" dove brillano stelle neonate. L'esempio più famoso è la Grande Nebulosa di Orione M 42. Sempre nella costellazione di Orione, la Nebulosa Testa di Cavallo è una suggestiva zona di formazione stellare, mentre in uno stadio più avanzato è notevole la regione intorno alla stella Rho nella costellazione di Ophiucus. ■

Nasa, Esa, Csa, Karl Misselt (University of Arizona), Alain Abergel (Ias, Cnrs)

◀ Attraverso la criniera

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 29 APRILE 2024
Dettaglio della Nebulosa Testa di Cavallo. Si tratta di una porzione della "criniera", larga circa 0,8 anni luce, ripresa con la NirCam (Near-infrared Camera) di Webb. Le nubi che appaiono blu nella parte inferiore dell'immagine contengono una varietà di materiali tra cui idrogeno, metano e ghiaccio d'acqua. I ciuffi rossi che si estendono sopra la nebulosa principale sono formati da idrogeno atomico e molecolare. In quest'area, nota come "regione di fotodissociazione", la luce ultravioletta proveniente dalle vicine stelle giovani e massicce crea un'area calda e prevalentemente neutra di gas e polvere, tra il gas completamente ionizzato sovrastante e la nebulosa sottostante. Come in molte immagini di Webb, sullo sfondo compaiono galassie lontane.

◀ È nata una stella

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 12 LUGLIO 2023
La nube molecolare di Rho Ophiuchi è una delle regioni di formazione stellare più vicine alla Terra. È relativamente piccola e tranquilla, ma non si direbbe dal caotico primo piano di Webb. I getti lanciati dalle giovani stelle attraversano l'immagine, scontrandosi con il gas interstellare e illuminando l'idrogeno molecolare, visibile in rosso. Alcune stelle mostrano l'ombra rivelatrice di un disco circumstellare, la creazione di futuri sistemi planetari.
Le giovani stelle al centro di molti di questi dischi hanno una massa simile a quella del Sole, o più piccola. La più massiccia in questa immagine è S1, che appare in mezzo a una caverna incandescente che sta scavando con i suoi venti stellari nella metà inferiore dell'immagine.
Il gas di colore più chiaro che circonda S1 è costituito da idrocarburi policiclici aromatici, una famiglia di molecole a base di carbonio che sono tra i composti più comuni trovati nello spazio.

▲ Le più massicce, luminose e calde

TELESCOPIO SPAZIALE HUBBLE, 23 APRILE 2015
Questo giovane ammasso di circa 3000 stelle nella Via Lattea si chiama Westerlund 2 e contiene alcune delle stelle più calde, luminose e massicce della nostra galassia. La camera a infrarossi di Hubble ha permesso di vedere attraverso gas e polveri la densa concentrazione di stelle nell'ammasso centrale.

Esa/Euclid/Euclid Consortium/Nasa, image processing by J.-C. Cuillandre (Cea Paris-Saclay), G. Anselmi

Oltre la polvere

TELESCOPIO SPAZIALE EUCLID, 23 MAGGIO 2024
La nebulosa M78, nella costellazione di Orione, è una regione di formazione stellare avvolta da un velo di polvere interstellare. Euclid ha scrutato in profondità con la sua fotocamera a infrarossi, rivelando regioni nascoste di formazione stellare, mappando i complessi filamenti di gas e polvere con un dettaglio senza precedenti e scoprendo stelle e pianeti di nuova formazione. È la prima volta che riusciamo a vedere questi oggetti più piccoli, di dimensioni sub-stellari, in M78; le nubi scure di gas e polvere di solito li nascondono alla vista, ma gli "occhi" a infrarossi di Euclid ci hanno permesso di scoprirli.

Nasa/Esa and The Hubble Heritage Team (STScI/Aura)

▲ Nascita esplosiva

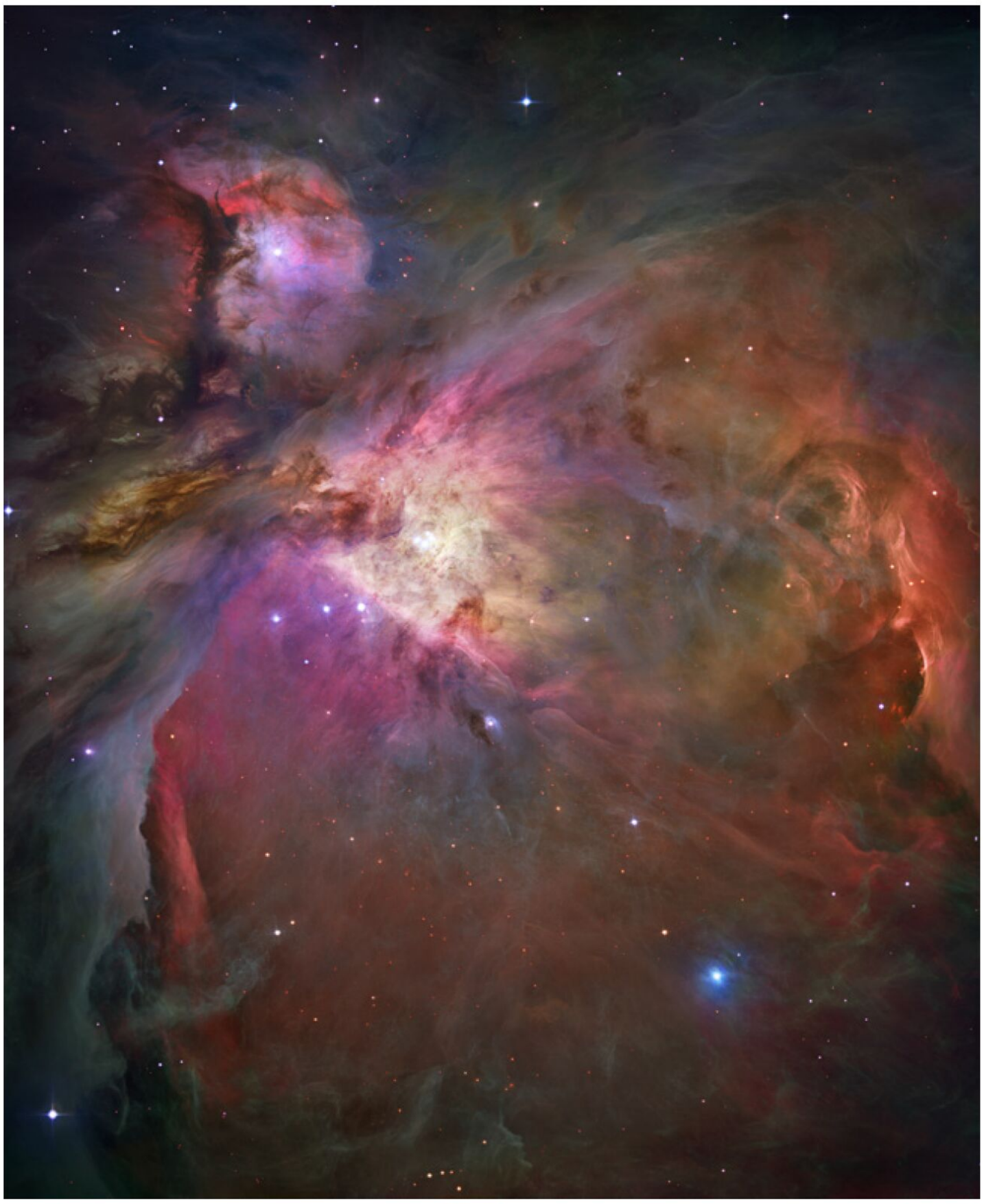
TELESCOPIO SPAZIALE HUBBLE, 4 GENNAIO 2001
Hubble-X è una nube di gas incandescente, una delle regioni di formazione stellare più attive della galassia NGC 6822, molto simile alla Nebulosa di Orione ma decisamente più grande. Il nome Hubble-X non si riferisce alla forma della nube di gas, ma deriva da un catalogo di oggetti presenti in questa particolare galassia.

▶ La più famosa

TELESCOPIO SPAZIALE HUBBLE, 11 GENNAIO 2006
La Nebulosa di Orione, o M 42, è una turbolenta regione di formazione stellare, nonché uno degli oggetti celesti più drammatici e fotogenici dell'astronomia.

◀ Viste da lontano

TELESCOPIO SPAZIALE EUCLID, 11 NOVEMBRE 2023
In questa ripresa della galassia irregolare barrata NGC 6822 gli astronomi hanno individuato diverse regioni H II e ammassi globulari. Le regioni H II sono nubi di idrogeno ionizzato, in cui si trovano stelle giovani e calde.
Gli ammassi globulari sono insiemi formati da centinaia di migliaia di stelle tenute insieme dalla gravità.



Nasa, Esa, M. Robberto (Space Telescope Science Institute/ESA) and the Hubble Space Telescope Orion Treasury Project Team

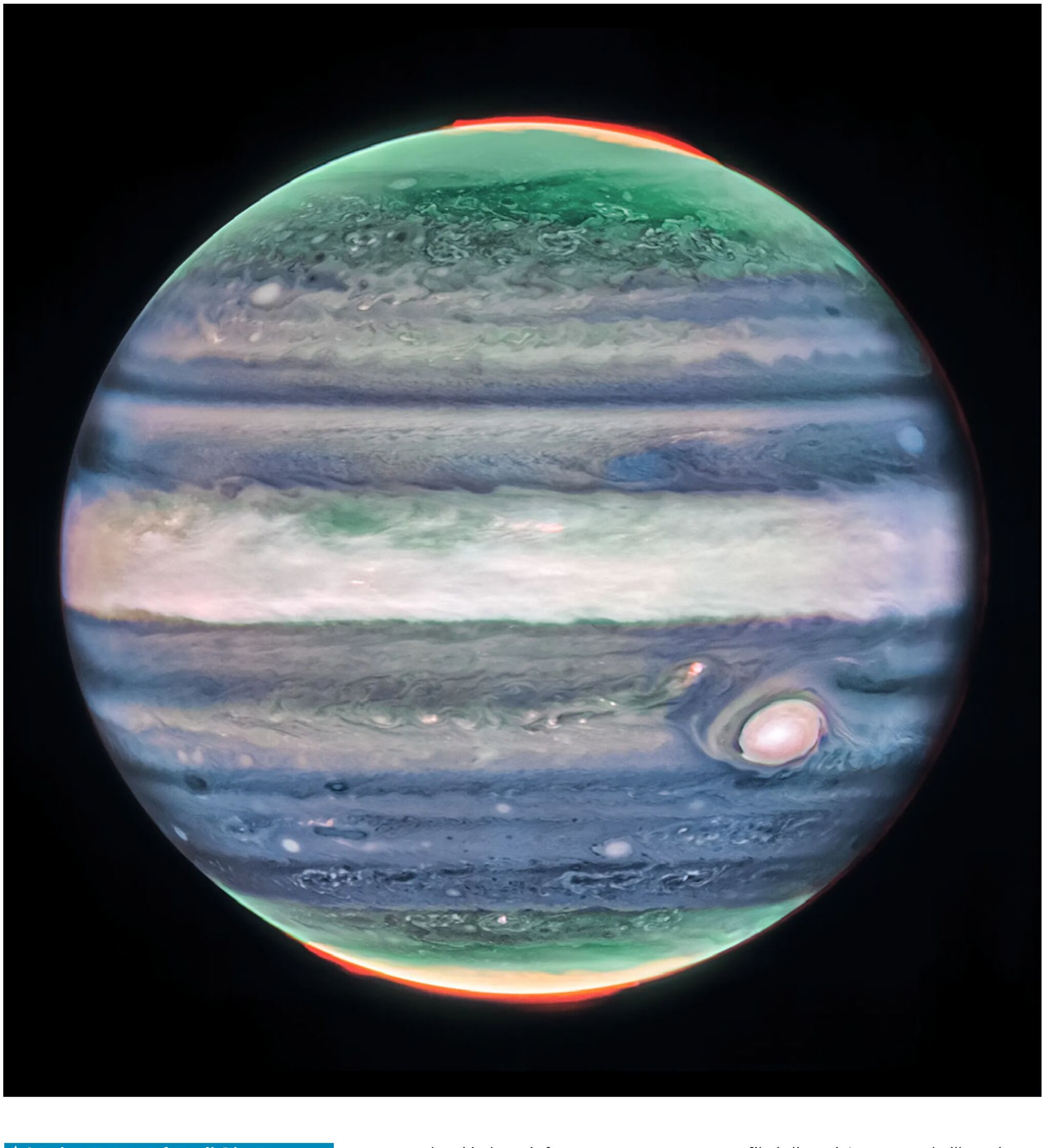
SISTEMA SOLARE ENIGMI NON RISOLTI

DECINE DI SONDE SPAZIALI HANNO ESPLORATO TUTTI I PIANETI E I LORO DINTORNI. CHE COSA RIMANE DA SCOPRIRE? MOLTO. LE COSE PIÙ IMPORTANTI! VORREMMO TUFFARCI NELL'OCEANO CHE AVVOLGE EUROPA, LUNA DI GIOVE. STUDIARE I GEYSER DI ENCELADO, STRANO SATELLITE DI SATURNO. SCAVARE MINIERE SUGLI ASTEROIDI...

Nasa, Esa, Csa, STScI, M. Tiscareno (Seti Institute), M. Hedman (University of Idaho), M. El Moutamid (Cornell University), M. Showalter (Seti Institute), L. Fletcher (University of Leicester), H. Hammel (Aura); image processing by J. DePasquale (STScI)

▲ Saturno all'infrarosso

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 25 GIUGNO 2023
Non l'avevamo mai visto così. Saturno ripreso dal James Webb Space Telescope appare scuro e privo delle sue bande. L'immagine è stata ottenuta grazie alla Near-Infrared Camera (NirCam) del Jwst, che riprende nell'infrarosso: a questa lunghezza d'onda il metano nell'atmosfera del pianeta assorbe quasi tutta la luce solare e impedisce la vista delle nubi. Brillano invece gli anelli A, B, C e F e tre delle lune (Dione, Encelado e Teti). L'immagine fa parte di una serie di osservazioni profonde dalle quali i ricercatori sperano di ricavare nuove conoscenze sul pianeta, tra cui dettagli dei suoi anelli più deboli, E e G.



Nasa, Esa, Csa, STScI, R. Hueso (University of the Basque Country), I. de Pater (University of California, Berkeley), T. Fouchet (Observatory of Paris), L. Fletcher (University of Leicester), M. Wong (University of California, Berkeley), J. DePasquale (STScI)

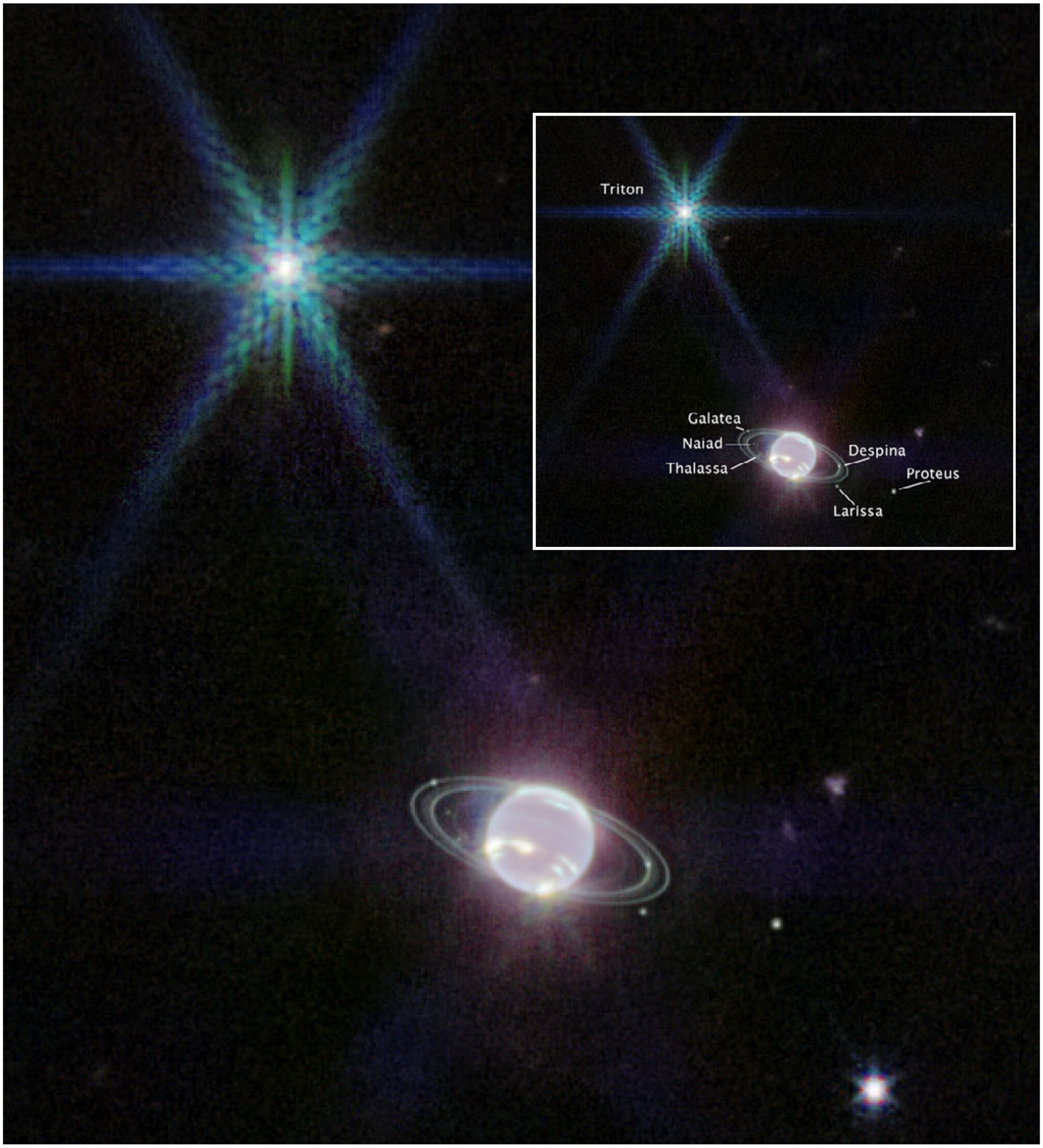
▲ La vivace atmosfera di Giove

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 19 OTTOBRE 2023

Tempeste gigantesche, venti impetuosi, aurore e condizioni di temperatura e pressione estreme: Giove ha molto da offrire.
Le osservazioni di Webb forniranno agli scienziati ancora più indizi sulle caratteristiche del pianeta. Questa immagine, ripresa dalla NirCam (Near-Infrared Camera), mostra dettagli sorprendenti in luce infrarossa.
Lo strumento è sensibile agli strati più alti dell'atmosfera, circa 25-50 km sopra le cime delle nuvole, quindi la maggiore luminosità indica una quota più alta. Le numerose macchie e strisce bianche luminose sono probabilmente cime di nubi ad altissima quota, dovute a tempeste convettive condensate.
Al contrario, i nastri scuri a nord della regione equatoriale indicano una scarsa copertura nuvolosa. L'immagine è una combinazione di foto ottenute con filtri diversi. Le aurore brillano in un filtro centrato sul rosso, che evidenzia anche la luce riflessa dalle nubi inferiori e dalle foschie superiori. Un altro filtro, centrato su giallo e verde, mostra le foschie che turbinano intorno ai poli nord e sud. Un terzo filtro, blu, evidenzia la luce riflessa da una nube principale più profonda. I ricercatori hanno di recente scoperto una stretta corrente a getto che viaggia a 515 km/h a nord dell'equatore, sopra i principali strati di nubi.

▲ Urano e i suoi anelli

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 18 DICEMBRE 2023
Urano ripreso dalla NirCam (Near-Infrared Camera) del telescopio spaziale Webb. Grazie alla sensibilità del telescopio si possono vedere i tenui anelli interni ed esterni di Urano, compreso l'anello Zeta, l'anello estremamente debole e diffuso più vicino al pianeta. Si vedono anche 14 delle 27 lune di Urano: Oberon, Titania, Umbriel, Giulietta, Perdita, Rosalind, Puck, Belinda, Desdemona, Cressida, Ariel, Miranda, Bianca e Porzia. Un giorno su Urano dura circa 17 ore, quindi la rotazione del pianeta è relativamente veloce. Ciò rende difficile per gli osservatori sensibili come Webb ottenere un'immagine nitida: le tempeste in atmosfera e le lune del pianeta cambiano visibilmente posizione nel giro di pochi minuti. L'immagine combina diverse esposizioni lunghe e brevi per correggere le variazioni dovute al tempo di osservazione. L'estrema sensibilità di Webb permette di rilevare anche alcune galassie sullo sfondo.



▲ Nettuno e le sue lune

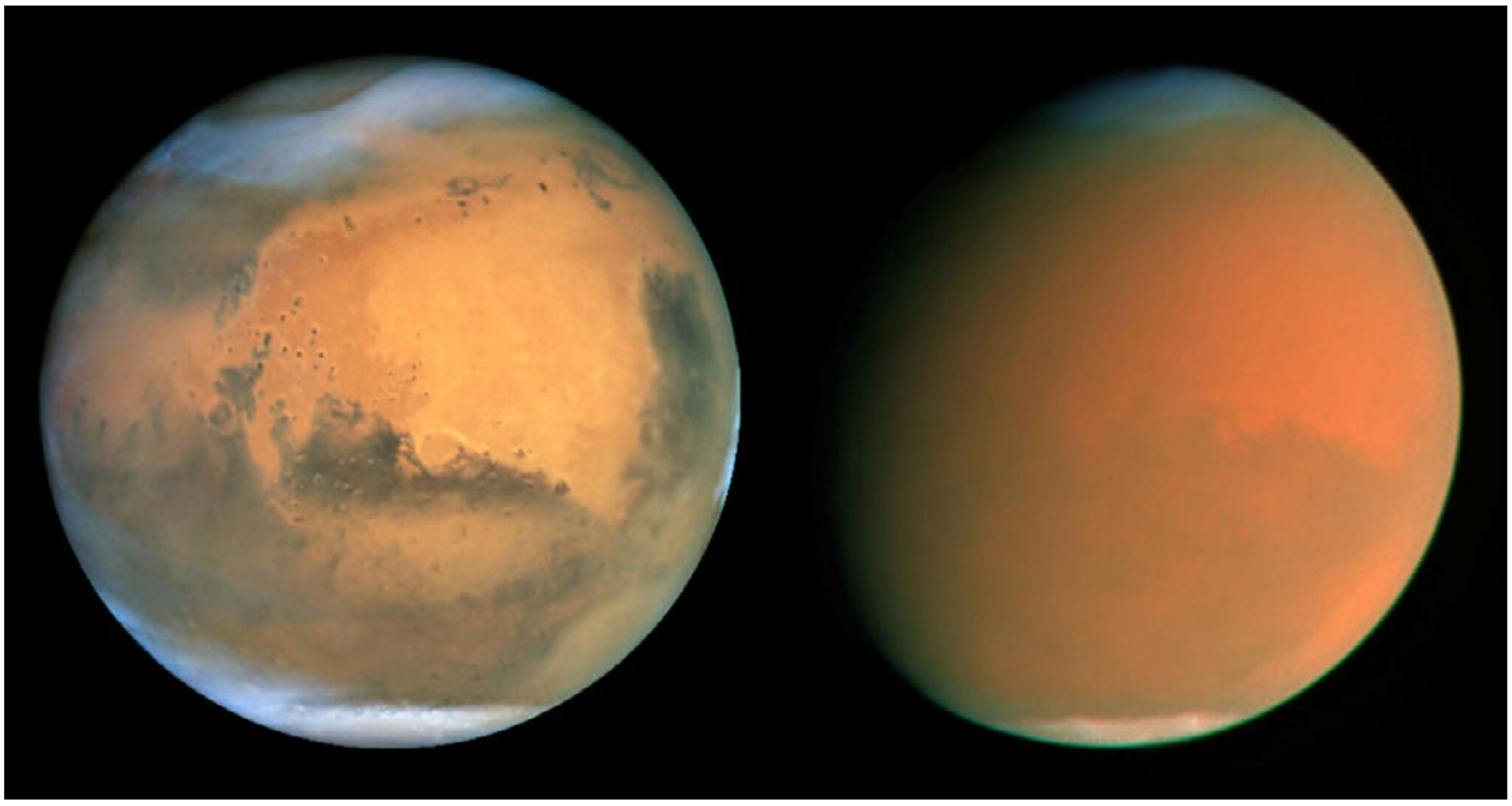
TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 21 SETTEMBRE 2022

Questa ripresa di Nettuno, ottenuta dalla NirCam (Near-Infrared Camera), regala una splendida vista degli anelli del pianeta, che non si vedevano con questa chiarezza da oltre tre decenni. Nell'immagine si vedono anche i dettagli dell'atmosfera turbolenta e ventosa del pianeta. Nettuno, gigante ghiacciato, ha un interno più ricco di elementi più pesanti di idrogeno ed elio - come il metano - rispetto ai giganti gassosi Giove e Saturno. Il metano assorbe la luce rossa e infrarossa al punto che il pianeta appare piuttosto scuro alle lunghezze d'onda del vicino infrarosso, tranne in presenza di nubi ad alta quota. Nell'immagine le nubi di metano-ghiaccio appaiono come strisce e macchie luminose, che riflettono la luce solare prima che venga assorbita dal metano. In alto a sinistra del pianeta si vede Tritone, una delle lune di Nettuno, con gli otto picchi di diffrazione caratteristici di Webb, un artefatto dovuto alla struttura del telescopio. Webb ha ripreso anche altre 6 delle 14 lune conosciute di Nettuno, oltre a una serie di galassie lontane, che appaiono come macchie fioche, e una stella vicina.

Nasa, Esa, and J. Nichols (University of Leicester); Acknowledgment: A. Simon (Nasa/Gsfc) and the Opal team

▲ Aurore su Giove

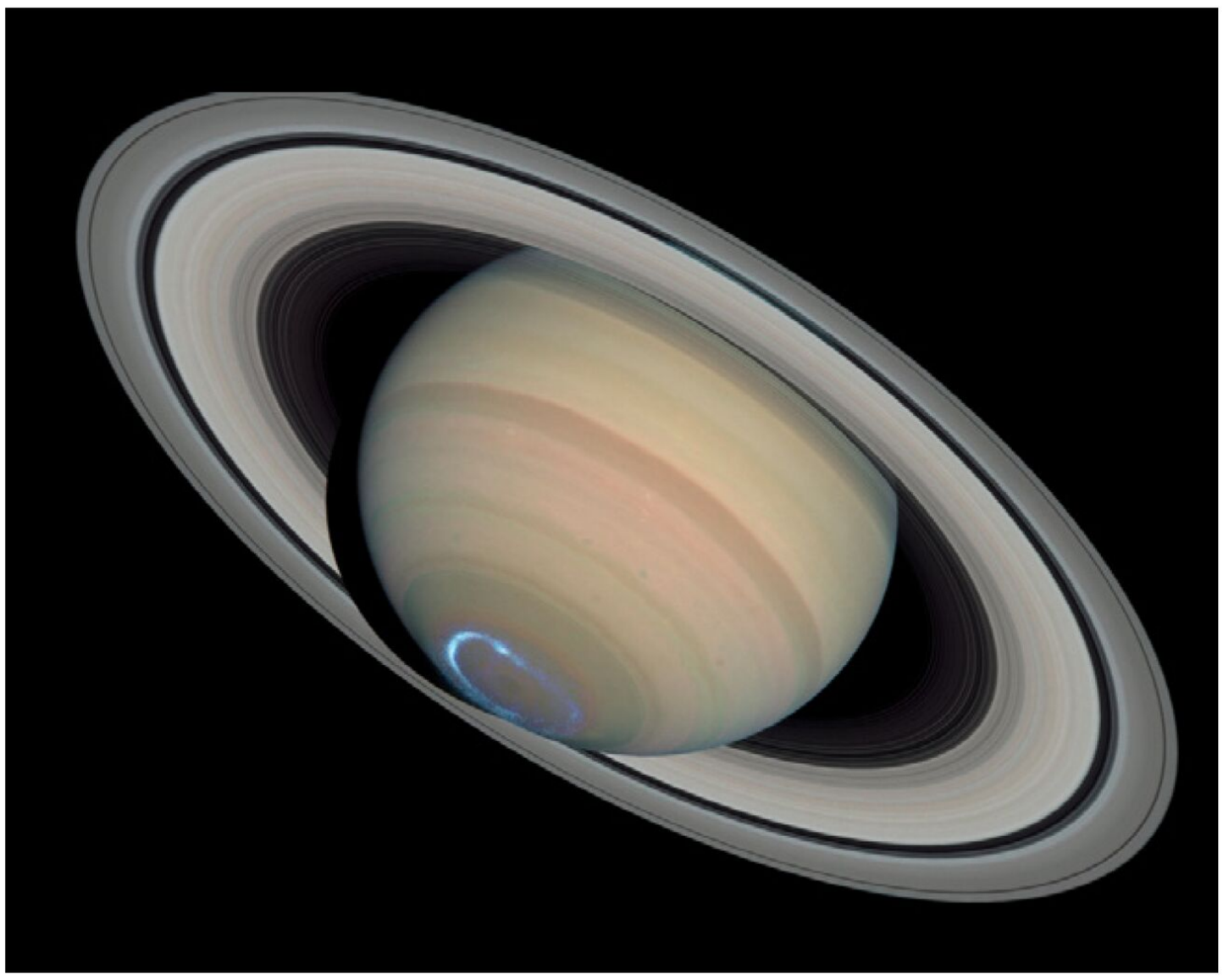
TELESCOPIO SPAZIALE HUBBLE, 30 GIUGNO 2016
Gli astronomi sfruttano Hubble per studiare le aurore di Giove e determinare come rispondono ai cambiamenti delle condizioni del vento solare, il flusso di particelle cariche emesse dal Sole. Le aurore si formano quando le particelle ionizzate che raggiungono l'atmosfera vengono accelerate ad alte energie, lungo il campo magnetico del pianeta. Quando le particelle colpiscono l'atmosfera vicino ai poli magnetici la fanno brillare come i gas di una lampada fluorescente. La magnetosfera di Giove, 20.000 volte più potente di quella terrestre, è la più potente nel Sistema solare. Le aurore sono state fotografate durante una serie di osservazioni dello strumento Imaging Spectrograph a luce ultravioletta, mentre il disco del pianeta è stato ripreso separatamente nell'ambito del programma Outer Planet Atmospheres Legacy (Opal) di Hubble, un progetto a lungo termine che ogni anno acquisisce mappe globali dei pianeti esterni.



Crediti: Nasa, James Bell (Cornell Univ.), Michael Wolff (Space Science Inst.), and the Hubble Heritage Team (STScI/Aura)

▲ Tempesta su Marte

TELESCOPIO SPAZIALE HUBBLE, 11 OTTOBRE 2001
Quando Hubble ha fotografato Marte, a giugno 2001 (a sinistra), si stavano formando due tempeste nel gigantesco bacino di Hellas (ovale a ore 4 del disco) e sulla calotta polare settentrionale. All'inizio di settembre dello stesso anno (a destra) la tempesta era unica e imperversava sul pianeta da quasi due mesi, oscurando tutte le caratteristiche della superficie.
La polvere fine trasportata dall'aria assorbe una quantità significativa di luce solare, riscaldando l'atmosfera superiore. Le tempeste di polvere stagionali su Marte sono state osservate dai telescopi per oltre un secolo, ma questa è la più grande degli ultimi decenni. Marte appare gibboso nella foto di destra perché è 26 milioni di chilometri più lontano dalla Terra rispetto alla foto di sinistra (anche se le immagini sono state scalate alla stessa dimensione angolare), e il nostro angolo di osservazione è cambiato. La foto di sinistra è stata scattata quando Marte era vicino al punto di minima distanza dalla Terra, nel 2001; il disco di Marte era esattamente di fronte al Sole e completamente illuminato.



Nasa, Esa, John T. Clarke (Boston University), Zolt G. Levay (STScI)

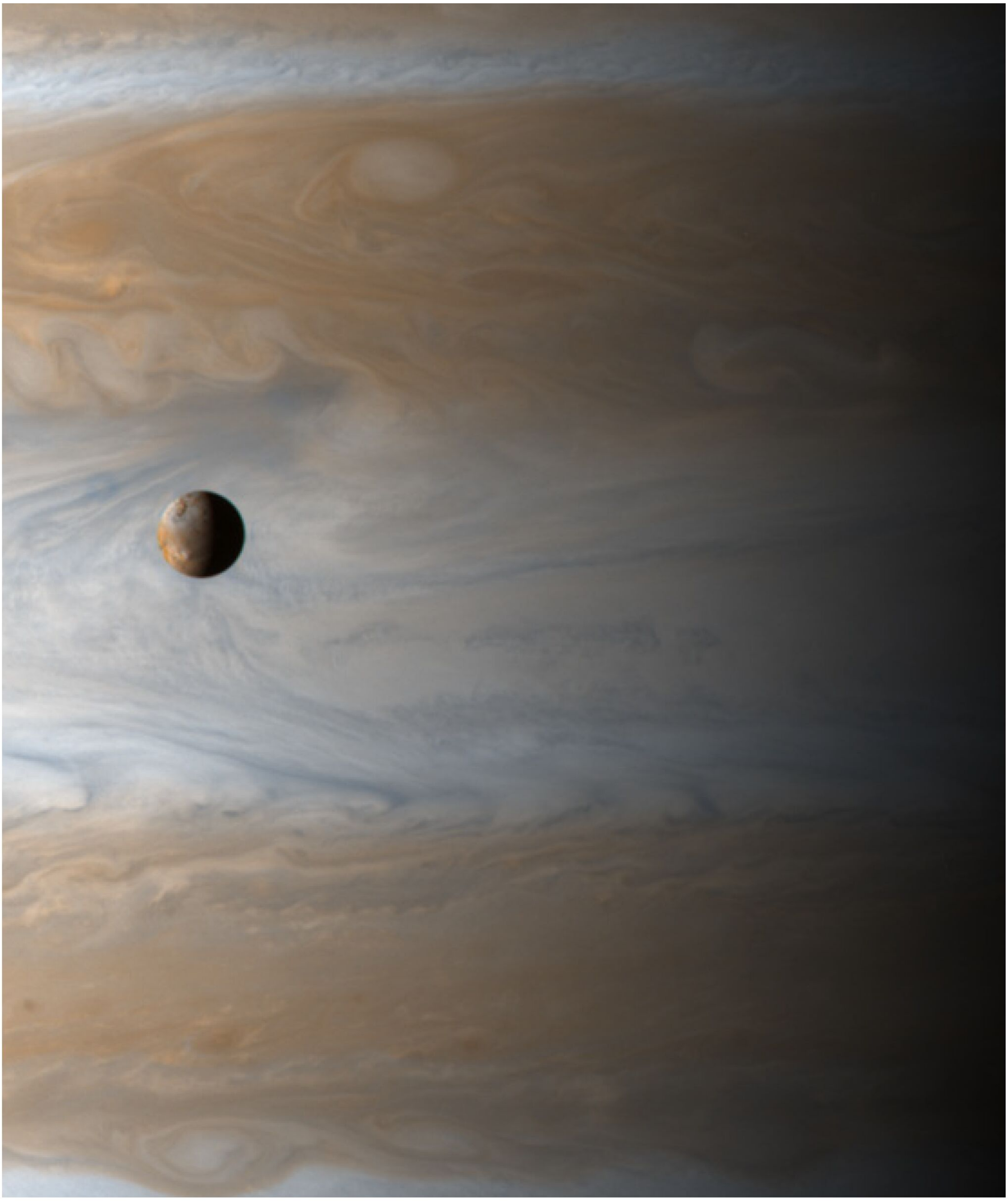
◀ Luci danzanti

TELESCOPIO SPAZIALE HUBBLE, 19 GIUGNO 2019
Anche su Saturno si genera l'aurora, boreale e australe. In questo caso, le osservazioni di Hubble a luce ultravioletta di un'aurora sono sovrapposte a un'immagine a luce visibile del pianeta.

◀ Le stagioni di Saturno

TELESCOPIO SPAZIALE HUBBLE, 7 GIUGNO 2001

Saturno dà spettacolo: il pianeta e il suo magnifico sistema di anelli oscillano maestosamente nel corso del loro viaggio di 29 anni intorno al Sole. Queste immagini catturate da Hubble, tra il 1996 e il 2000, mostrano gli anelli di Saturno aprirsi in tutta la loro maestosità nel passaggio dall'autunno all'inverno nell'emisfero settentrionale. L'equatore di Saturno è inclinato di 27° rispetto all'orbita (quello terrestre è di 23°). Via via che il pianeta percorre l'orbita, prima un emisfero e poi l'altro si rivolgono al Sole, determinando l'alternarsi delle stagioni proprio come sulla Terra. La prima immagine della sequenza, in basso a sinistra, è stata scattata subito dopo l'equinozio d'autunno nell'emisfero settentrionale di Saturno (che corrisponde all'equinozio di primavera nell'emisfero meridionale). Nell'ultima immagine della sequenza, in alto a destra, l'inclinazione si avvicina all'estremo, ovvero al solstizio d'inverno nell'emisfero settentrionale (solstizio d'estate nell'emisfero meridionale).



Nasa, Nasa-Jpl, University of Arizona

▲ Giove e Io

CASSINI, 31 LUGLIO 2020
La sonda Cassini ha concluso la sua missione il 15 ottobre 2017 con un tuffo nell'atmosfera di Saturno, ma continua a regalarci immagini meravigliose grazie al patrimonio di dati raccolto in venti anni di attività. Qui vediamo la luna gioviana Io, simile per dimensioni alla nostra Luna, in orbita intorno al suo pianeta. Giove e Io appaiono vicini, ma in realtà la luna sta orbitando a 350.000 km dal gigante gassoso.

Inaf/Large Binocular Telescope Observatory/Georgia State University; osservazioni in banda IRV di Shark-Vis@LBT (P.I. F. Pedichini); elaborazione di D. Hope, S. Jefferies, G. Li Causi

▲ Mai vista così

LARGE BINOCULAR TELESCOPE, 10 GENNAIO 2024

È l'immagine più dettagliata mai ripresa da un telescopio terrestre di Io, luna vulcanica di Giove, e la dobbiamo al nuovo strumento Shark-Vis, costruito dall'Istituto Nazionale di Astrofisica (Inaf) e installato sullo specchio destro del Large Binocular Telescope (Lbt), in Arizona. Lo strumento sfrutta l'ottica adattiva per correggere le deformazioni causate dalla turbolenza atmosferica ed è in grado di fornire un livello di dettaglio mai raggiunto prima con telescopi da Terra. L'eccezionale risoluzione ottenuta, al limite delle capacità teoriche del telescopio, permette di distinguere dettagli sulla superficie separati da soli 80 km. È come individuare una moneta da 10 centesimi a 200 km di distanza, una risoluzione spaziale finora raggiunta solo dalle sonde inviate intorno a Giove.

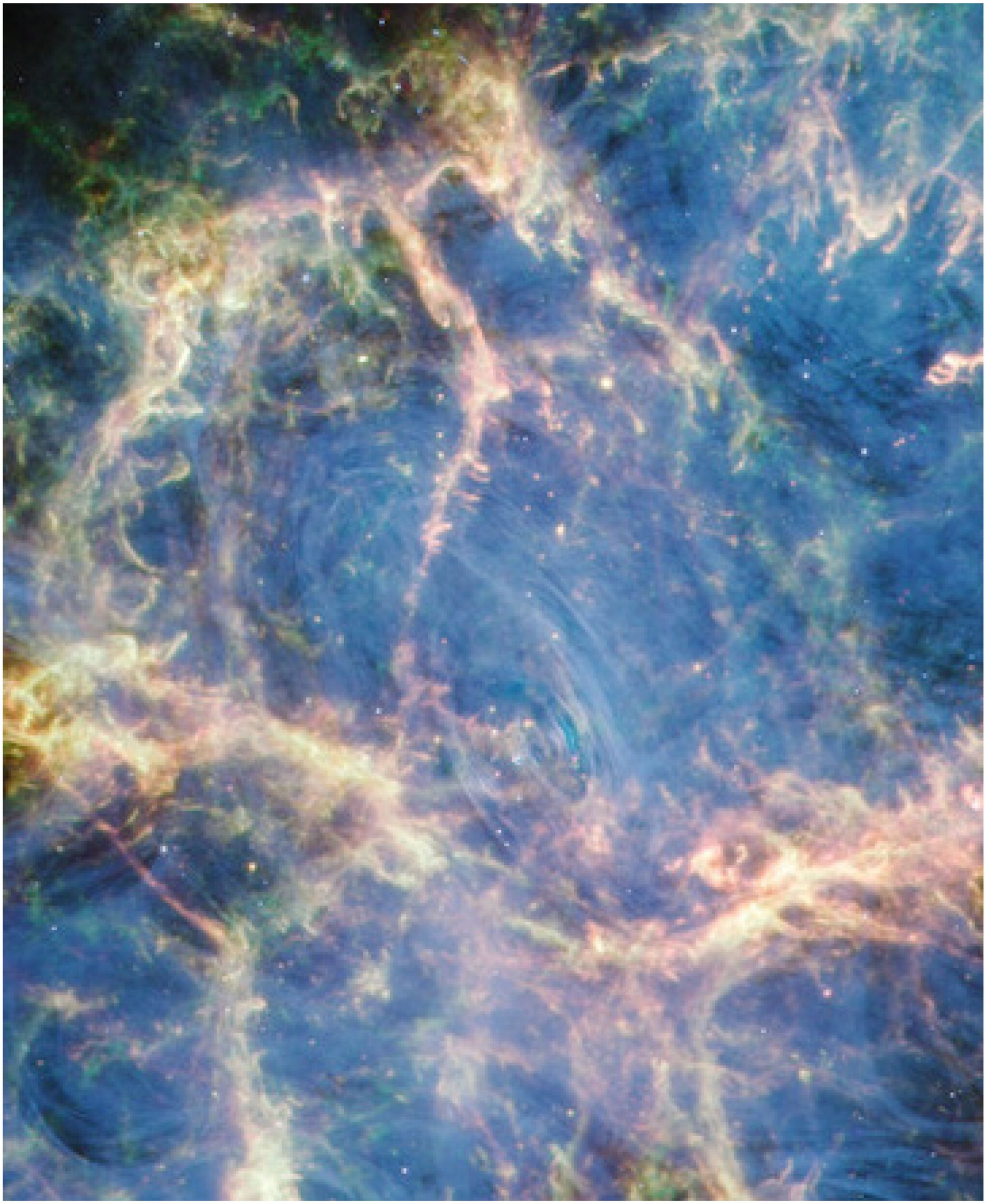
COLPI DI SONDA NELLE NEBULOSE

CALDE E FREDDE, LUMINOSE E OSCURE, FATTE DI GAS O DI POLVERI, IN ESPANSIONE O IN CONTRAZIONE, NIDI DI NUOVE STELLE E TOMBE DI ASTRI ESPLOSI. MA TUTTE BELLE COME OPERE D'ARTE. LA GALLERIA DELLE NEBULOSE È ESTREMAMENTE VARIA: OGNUNA RACCONTA UNA STORIA AFFASCINANTE. E TUTTE INSIEME TRACCIANO L'EVOLUZIONE DELLE STELLE E DELL'UNIVERSO

NASA, ESA, CSA, STScI, Nolan Habel (NASA-JPL), Patrick Kavanagh (Maynooth University)

▲ Ingredienti per stelle e pianeti

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 10 OTTOBRE 2023
NGC 346 è un ammasso stellare dinamico che si trova all'interno di una nebulosa a 200.000 anni luce nella Piccola Nube di Magellano. Webb rivela la presenza di molti più elementi costitutivi di quanto previsto in precedenza, non solo per le stelle, ma anche per i pianeti, sotto forma di nubi piene di polvere e idrogeno. In questa immagine, ottenuta dallo strumento Miri, il blu corrisponde a silicati e molecole chimiche note come idrocarburi policiclici aromatici. L'emissione rossa, più diffusa, proviene dalla polvere riscaldata dalle stelle più luminose e massicce nel cuore della regione. Le macchie e i filamenti luminosi contrassegnano le aree con un numero abbondante di protostelle..



Nasa, Esa, Csa, STScI, Tea Temim (Princeton University)

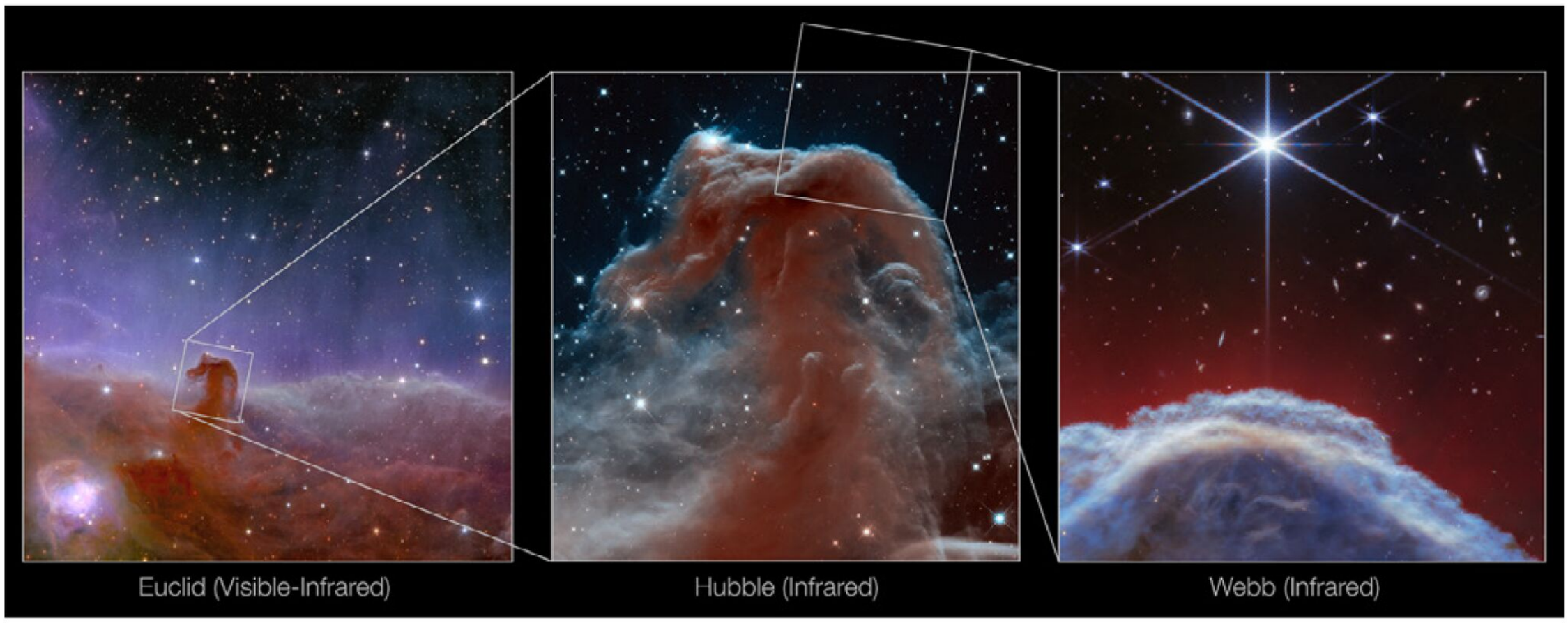
▲ Un granchio nel cielo

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 17 GIUGNO 2024
Il telescopio spaziale Webb ha sezionato la struttura della Nebulosa del Granchio, aiutando gli astronomi a valutare le principali teorie sulle origini di questo resto di supernova. Grazie ai dati raccolti dalla NirCam (Near-Infrared Camera) e da MIRI (Mid-Infrared Instrument), un team di scienziati ha potuto ispezionare da vicino alcuni dei principali componenti della nebulosa.

Nasa, Esa, Csa, Mikako Matsuura (Cardiff University), Richard Arendt (Nasa-Gsfc, Umbc), Claes Fransson (Stockholm University), Josefin Larsson (KTH)

▲ Una vicina super

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 31 AGOSTO 2023
Vista dettagliata della supernova SA 1987A, la prima visibile a occhio nudo dai tempi della cosiddetta "supernova di Keplero" (del 1604), sia pure per poco tempo e con una luminosità decisamente inferiore, nonché la più vicina osservata al telescopio.



Nasa, Esa, Csa, Karl Misselt (University of Arizona), Alain Abergel (Ias, Cnrs), Mahdi Zamani The Euclid Consortium, Hubble Heritage Project (STScI, Aura)

▲Tre occhi per una Testa

TELESCOPI SPAZIALI EUCLID, HUBBLE E WEBB, 29 APRILE 2024
Uno degli oggetti più caratteristici dei nostri cieli, la Nebulosa Testa di Cavallo, vista da tre strumenti diversi. La prima immagine (a sinistra), rilasciata nel novembre 2023, mostra la nebulosa in luce visibile ripresa dal telescopio Euclid. La seconda è stata ottenuta nella luce del vicino infrarosso da Hubble, nel 2013, e rivela una struttura delicata normalmente oscurata dalla polvere. La terza immagine (a destra) è opera dello strumento NirCam del telescopio spaziale Webb.

► Le ali del pipistrello

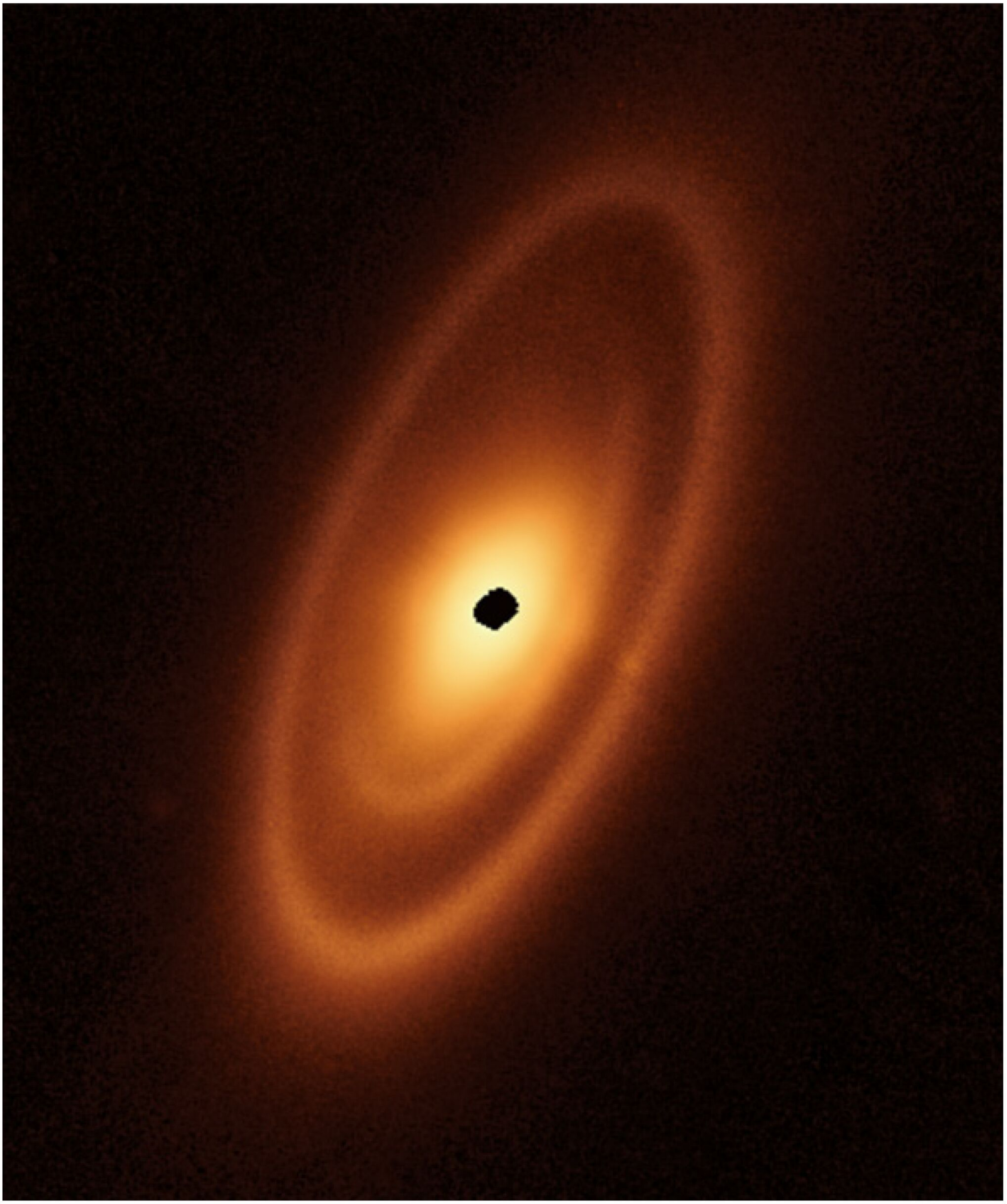
TELESCOPIO SPAZIALE HUBBLE, 25 GIUGNO 2020
Hubble ha catturato l'immagine del disco planetario di una stella nascente, che proietta un'ombra enorme su una nube più distante in una regione di formazione stellare. La giovane stella si chiama HBC 672 e l'ombra è stata soprannominata "Bat Shadow", "ombra del pipistrello" perché assomiglia a un paio di ali scure. Il soprannome si è rivelato appropriato: le ali sembrano muoversi per effetto probabilmente di un pianeta in formazione che muovendosi fa increspare il disco.

NASA, ESA e STScI

Esa/Webb, Nasa, Csa, Mahdi Zamani (ESA/Webb), PDRs4ALLERS Team

Barra luminosa

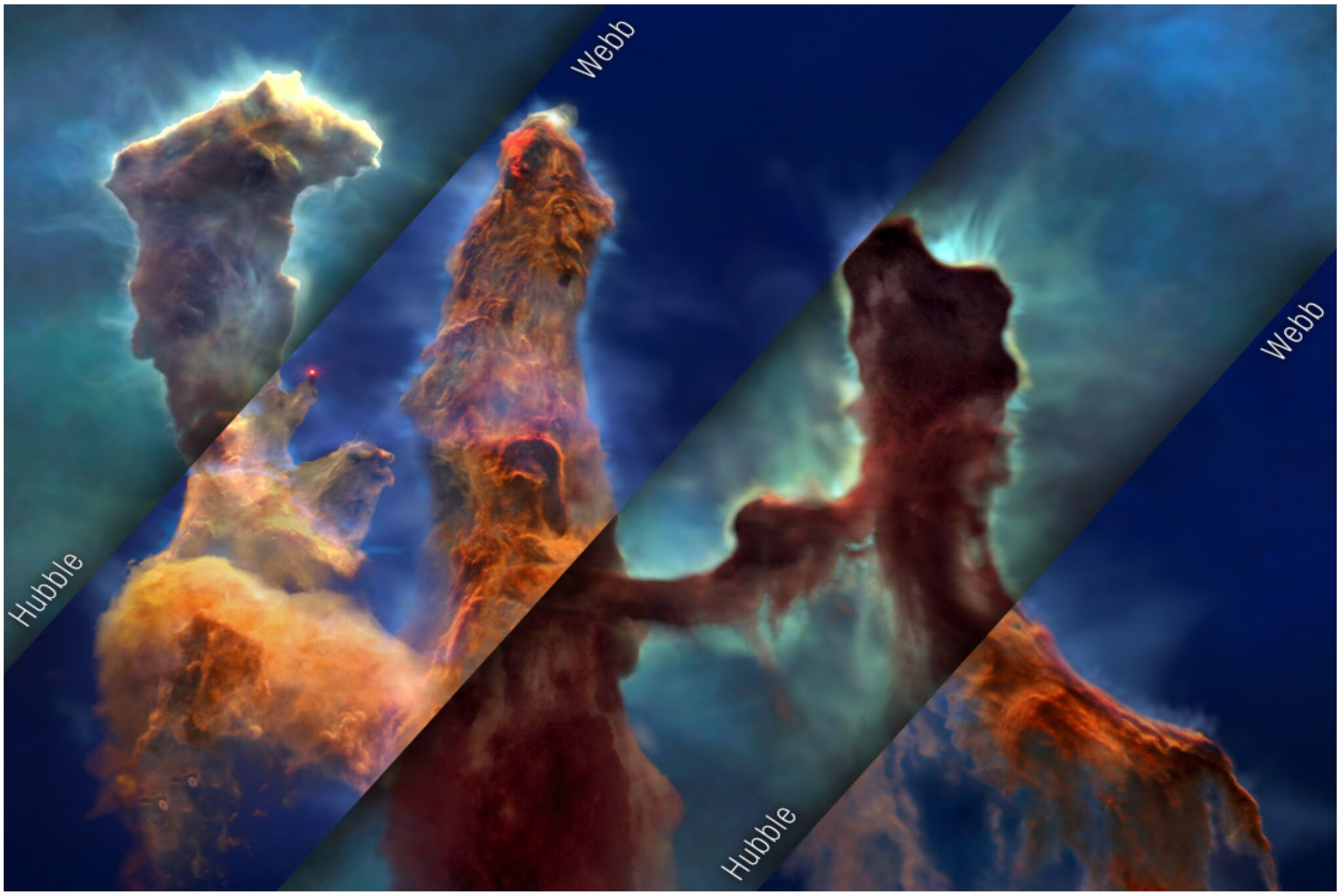
Questa immagine ripresa dalla NirCam di Webb mostra la regione della Nebulosa di Orione, nota come “barra di Orione”. Si tratta di una regione in cui la luce ultravioletta proveniente dall’Ammasso del Trapezio interagisce con dense nubi molecolari. L’energia della radiazione stellare sta lentamente erodendo la barra di Orione, e questo ha un effetto profondo sulle molecole e sulla chimica dei dischi protoplanetari che si sono formati intorno alle stelle neonate.



Nasa, Esa, Csa, András Gáspár (University of Arizona), Alyssa Pagan (STScI)

▲ Una stella con gli anelli

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 8 MAGGIO 2023
Il disco di detriti che circonda la giovane stella Fomalhaut, ripreso nell'infrarosso medio con MIRI, è formato da tre anelli che si estendono fino a 23 miliardi di chilometri dalla stella. Gli anelli interni non erano mai stati visti prima di Webb. È molto probabile che siano scolpiti dalle forze gravitazionali di pianeti ancora sconosciuti.



Greg Bacon (STScI), Ralf Crawford (STScI), Joseph DePasquale (STScI), Leah Hustak (STScI), Christian Nieves (STScI), Joseph Olmsted (STScI), Alyssa Pagan (STScI), Frank Summers (STScI), Nasa's Universe of Learning

▲ Pilastri dell'osservazione

TELESCOPI SPAZIALI WEBB E HUBBLE, 26 GIUGNO 2024
Quest'immagine è un mosaico di scatti in luce visibile - opera di Hubble - e luce infrarossa - ottenuti con Webb - dei "Pilastri della Creazione", colonne di gas e polveri nella Nebulosa dell'Aquila, distante 6500 anni luce dalla Terra. Le due riprese alternate illustrano come i due telescopi si completino a vicenda e sondino diversi aspetti scientifici dello stesso soggetto.

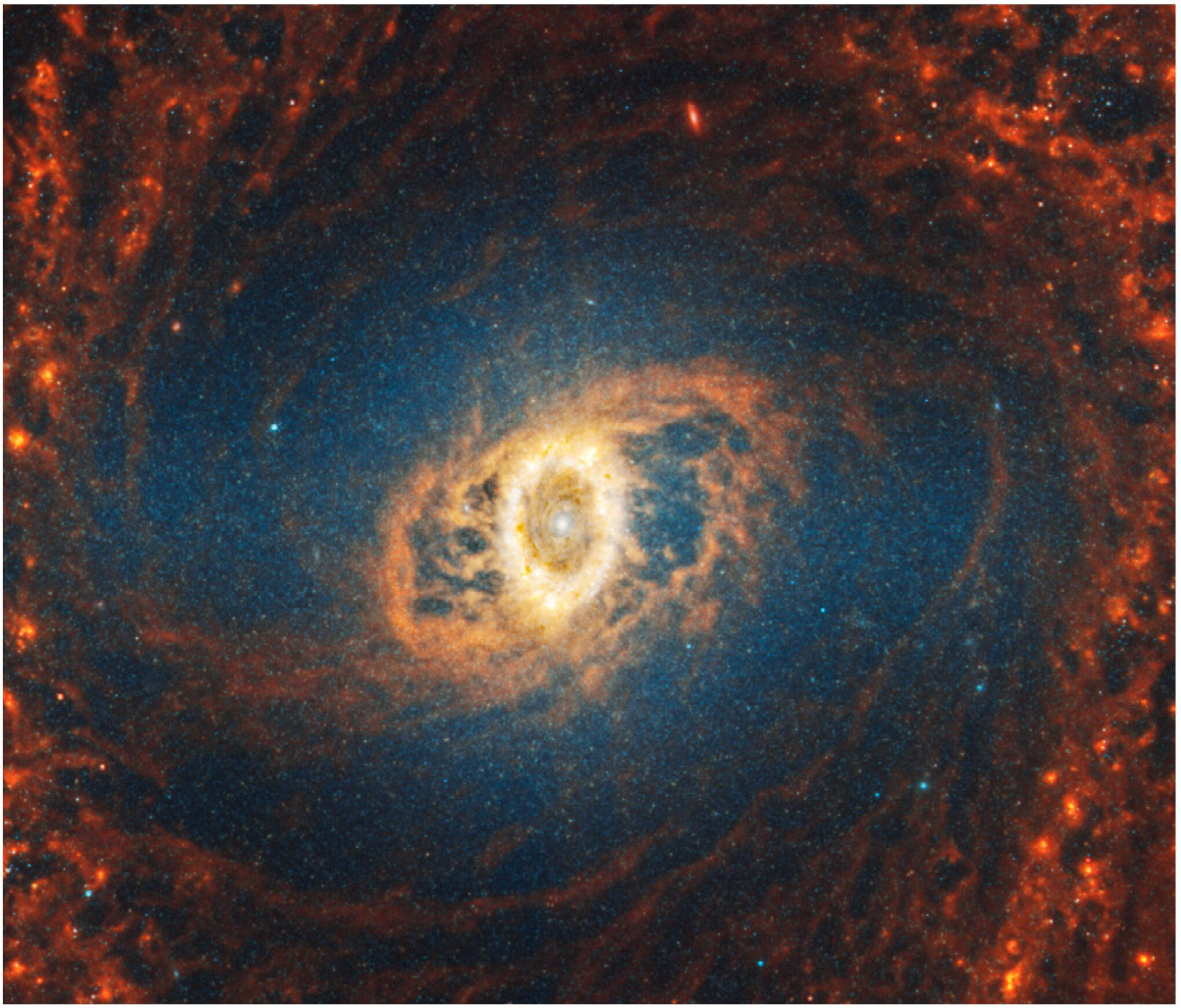
NASA, ESA, CSA, STScI, Klaus Pontoppidan (NASA-JPL), Joel Green (STScI)

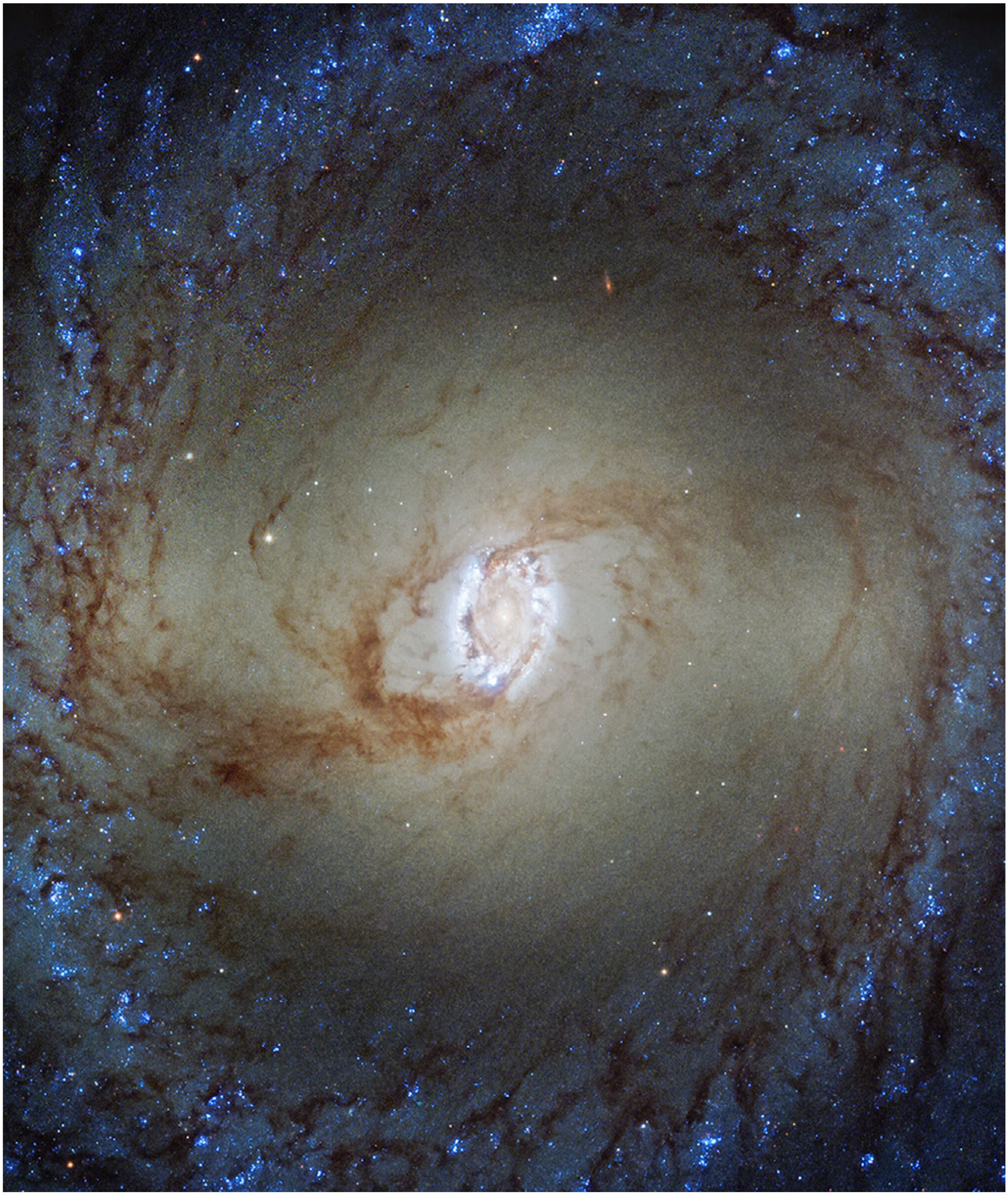
◀ Getti allineati

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 20 GIUGNO 2024
La Nebulosa Serpente, a 1.300 anni luce dalla Terra, ospita un ammasso particolarmente denso di stelle di formazione recente (intorno ai 100.000 anni), alcune delle quali raggiungeranno la massa del nostro Sole. In questa immagine ripresa dallo strumento NIRCam gli astronomi hanno trovato una serie di getti allineati di gas che fuoriescono da protostelle all'interno di una piccola regione (nell'angolo in alto a sinistra).

NEL GRANDE ZOO DELLE GALASSIE

ABITIAMO ALLA PERIFERIA DI UNA GALASSIA, LA VIA LATTEA.
È LA NOSTRA MERAVIGLIOSA CITTÀ STELLARE, MA NON HA NIENTE DI SPECIALE.
SE GUARDIAMO FUORI, VEDIAMO ALTRE GALASSIE A PERDITA D'OCCHIO.
SONO GIRANDOLE CON PIÙ BRACCI, ELICHE, "PALLE DA BASEBALL" COMPATTE.
LA GRAVITÀ LE FA INCONTRARE, SCONTRARE, FONDERE L'UNA NELL'ALTRA!





Esa/Euclid/Euclid Consortium/Nasa

◀▲ Due strumenti, due misure

TELESCOPI SPAZIALI WEBB E HUBBLE, 29 GENNAIO 2024
La galassia a spirale NGC 3351 ripresa da Webb (pagine precedenti) e da Hubble (qui sopra). Le due immagini mostrano un contrasto sorprendente, un'inversione tra buio e luce. Ma perché? Le osservazioni di Webb combinano la luce del vicino e medio infrarosso, mentre quelle di Hubble mostrano la luce visibile e ultravioletta. La polvere assorbe la luce ultravioletta e visibile, per poi riemetterla nell'infrarosso. Nelle immagini di Webb, vediamo la polvere brillare nella luce infrarossa. Nelle immagini di Hubble, invece, le regioni scure sono quelle in cui la luce delle stelle viene assorbita dalla polvere.

NASA, ESA, and B. Holwerda (University of Louisville Research Foundation, Inc.); Image processing: G. Kober (NASA Goddard/Catholic University of America)

▲ Coppia luminosa

TELESCOPIO SPAZIALE HUBBLE, 20 MAGGIO 2022
IC 4271, nota anche come Arp 40, è una coppia di galassie a spirale distanti circa 800 milioni di anni luce. La più grande è un tipo di galassia attiva nota come galassia di Seyfert. Le galassie di Seyfert prendono il nome dall'astronomo Carl K. Seyfert che, nel 1943, pubblicò un articolo sulle galassie a spirale con linee di emissione molto luminose. Oggi sappiamo che circa il 10% delle galassie possono essere galassie di Seyfert. Al loro centro ospitano buchi neri supermassicci che accumulano materiale e rilasciano grandi quantità di radiazioni.

Esa/Hubble e Nasa, J. Dalcanton, Dark Energy Survey/Doe/Fnal/Noirlab/Nsf/Aura. Acknowledgement: L. Shatz

▲ L'universo ordinato

TELESCOPIO SPAZIALE HUBBLE, 11 DICEMBRE 2023
Questa recente immagine di Hubble mostra il sistema di galassie interagenti Arp-Madore 2105-332, composto da due galassie chiamate "simpaticamente "2MASX J21080752-3314337 e 2MASX J21080362-3313196. Più che il nome dei soggetti, ciò che colpisce nello scatto è la serie di altre galassie che sembrano allinearsi ordinatamente sotto la prima, pur essendo del tutto estranee tra loro.

Nasa, Esa, Csa, STScI, Alberto Bolatto (Umd)

Una galassia prolifica

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB,
3 APRILE 2024

A 12 milioni di anni luce di distanza, nella costellazione dell'Orsa Maggiore, la galassia M 82 è teatro di una frenetica attività stellare, con un "tasso di natalità" dieci volte più alto rispetto alla Via Lattea. La vista a infrarossi di Webb ha permesso agli scienziati di scrutare attraverso le cortine di polvere e gas che finora avevano oscurato i processi di formazione.

Nasa, Esa, Csa, STScI

▲ Quintetto cosmico

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 12 LUGLIO 2022
Quest'immagine del Quintetto di Stephan, un gruppo di galassie nella costellazione di Pegaso, è stata realizzata componendo quasi 1000 scatti separati. Grazie alla potente visione a infrarossi e all'altissima risoluzione spaziale, Webb ci regala dettagli mai visti prima.

Nasa, Esa, Csa, STScI, Janice Lee (STScI), Thomas Williams (Oxford), Rupali Chandar (UToledo), Daniela Calzetti (UMass), Phangs Team

▲ Ballo spaziale

TELESCOPI SPAZIALI HUBBLE E WEBB, 29 GENNAIO 2024

La galassia a spirale NGC 1566, chiamata a volte “Spanish Dancer”, in un’immagine divisa lungo la diagonale per mettere a confronto le riprese di Webb (in basso a destra) e Hubble (in alto a sinistra).

▶ Dove nascono le stelle

TELESCOPIO SPAZIALE HERSCHEL, 1° GIUGNO 2012
La Nebulosa della Carena, ripresa dall'osservatorio spaziale Herschel dell'Esa. L'immagine che potete vedere mostra gli effetti della formazione di stelle massicce: potenti venti stellari e radiazioni hanno scolpito pilastri e bolle in dense nubi di gas e polvere.

Esa/Pacs/Spire/Thomas Preibisch, Universitäts-Sternwarte München, Ludwig-Maximilians-Universität München, Germany.

Esa/Euclid/Euclid Consortium/Nasa

▲ Sosia della Via Lattea

TELESCOPIO SPAZIALE EUCLID, 23 MAGGIO 2024
NGC 6744 è una delle più grandi galassie a spirale nell'universo locale. Distante 30 milioni di anni luce e molto simile alla Via Lattea, è un ottimo modello da studiare. L'ampio campo visivo di Euclid copre l'intera galassia, rivelando non solo la struttura a spirale, ma anche dettagli su piccola scala e a diverse lunghezze d'onda. I nuovi dati hanno anche permesso di identificare una galassia nana mai vista prima in orbita attorno alla spirale (in alto a destra, vicino al braccio della spirale).

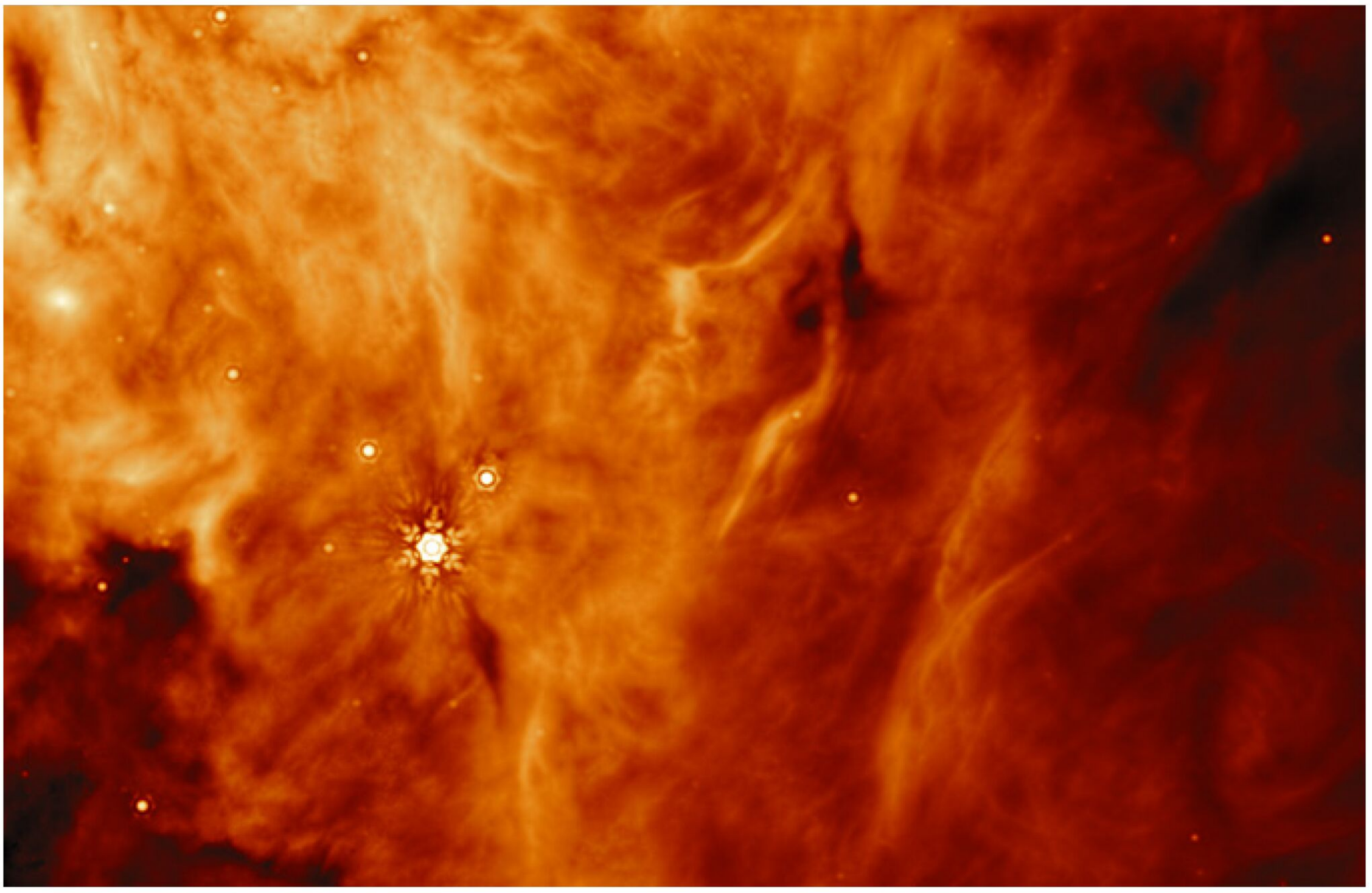
Nasa, Esa, Csa, Janice Lee (NSF's NOIRLab)

▲ Collisione recente

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 16 FEBBRAIO 2023
NGC 1433 è una galassia di Seyfert, galassie con un nucleo molto luminoso occupato da un buco nero supermassiccio che divora materiale ad alta velocità. La particolare luminosità e la mancanza di polvere nell'immagine ripresa dallo strumento MIRI di Webb fanno pensare a una recente collisione con un'altra galassia.

STELLE DI TUTTI I COLORI

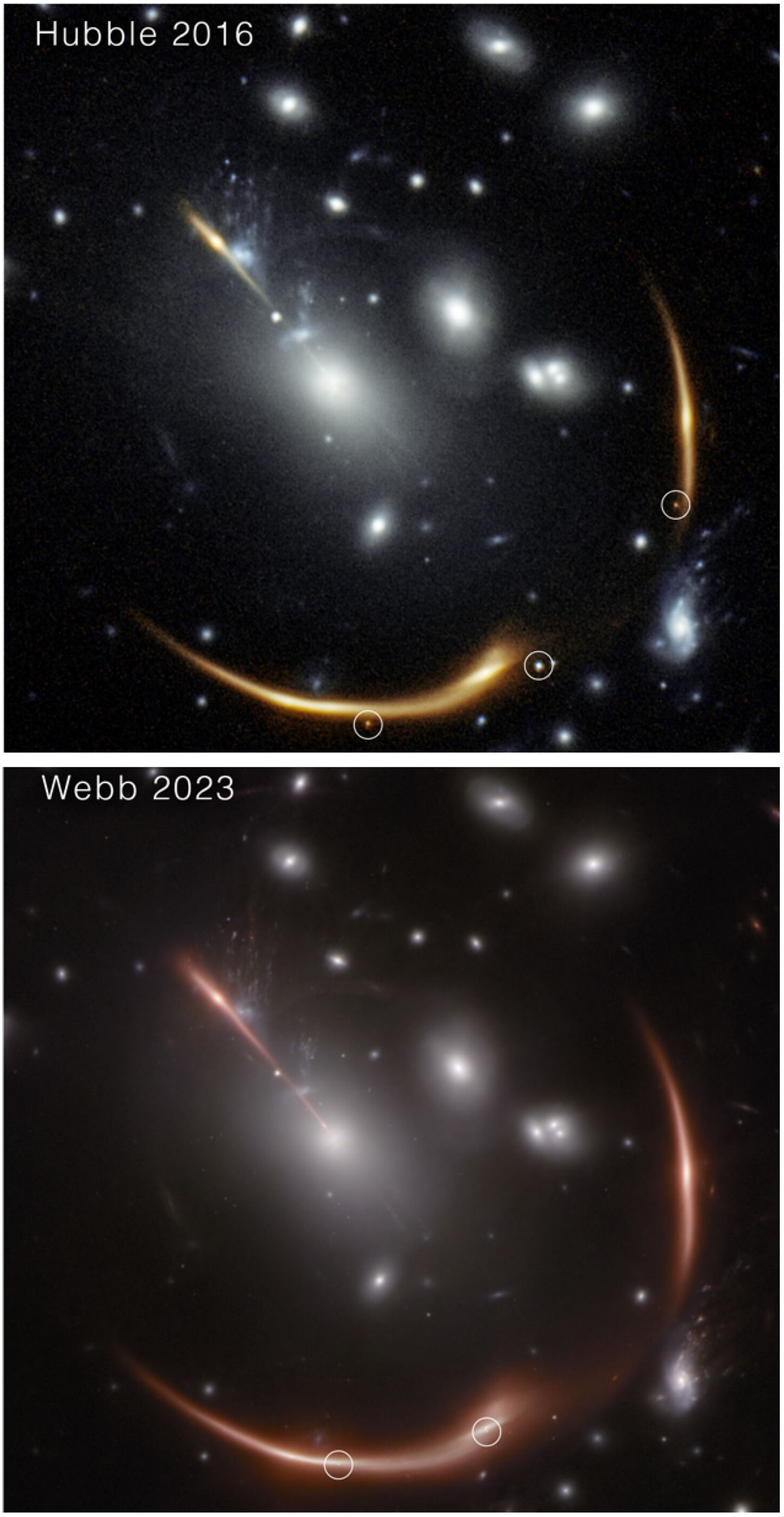
CENTO MILIARDI DI STELLE È LA POPOLAZIONE MEDIA DI UNA GALASSIA. QUANTE SIANO LE GALASSIE NON LO SAPPIAMO, MA SI STIMA CHE SIANO TRA 100 E 1000 MILIARDI. L'UNIVERSO POTREBBE DUNQUE CONTENERE QUALCOSA COME UN MILIONE DI MILIARDI DI MILIARDI DI STELLE. MA TUTTE DIVERSE PER ETÀ, MASSA, COMPOSIZIONE, TEMPERATURA, COLORE, SISTEMI PLANETARI...



Nasa, Esa, Csa, STScI, Kevin Luhman (Psu), Catarina Alves de Oliveira (Esa)

▲ Ingredienti per la vita

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 13 MARZO 2024
Quest'immagine è stata ripresa dallo strumento MIRI (Mid-Infrared Instrument) del telescopio spaziale Webb, e mostra una regione vicina alla protostella IRAS 23385. L'immagine è una singola esposizione a una lunghezza d'onda di 15 micron, a cui è stato assegnato un colore arancione. Studiando IRAS 23385 e IRAS 2A (non visibile nella foto), un gruppo internazionale di astronomi ha scoperto che gli ingredienti chiave per la vita si trovano nelle protostelle ai primi stadi, prima della formazione dei pianeti. Grazie alla risoluzione spettrale e alla sensibilità senza precedenti di Miri, il programma Joys+ (James Webb Observations of Young ProtoStars) ha identificato nei ghiacci interstellari molecole organiche come acetaldeide, etanolo, formiato di metile e probabilmente acido acetico.



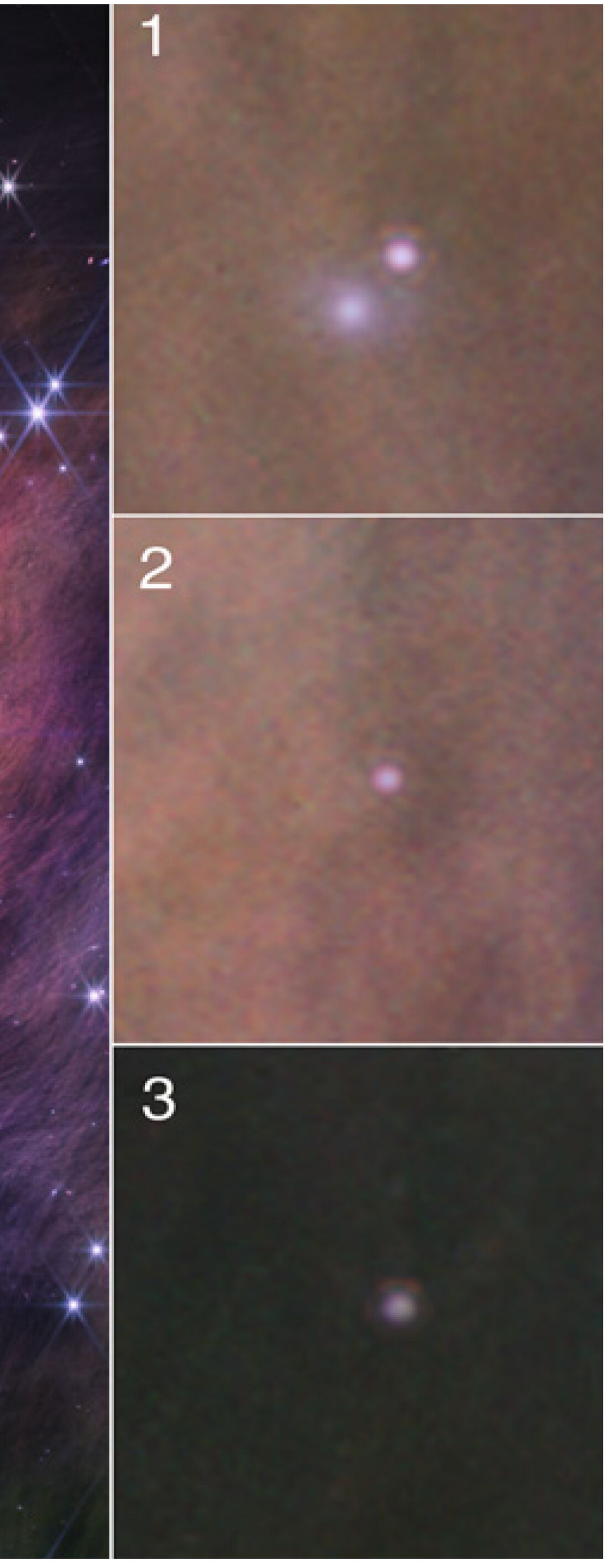
Nasa, Esa, STScI, Steve A. Rodney (University of South Carolina) e Gabriel Brammer (Cosmic Dawn Center/Niels Bohr Institute/University of Copenhagen), Csa, STScI, Justin Pierel (STScI) e Andrew Newman (Carnegie Institution for Science)

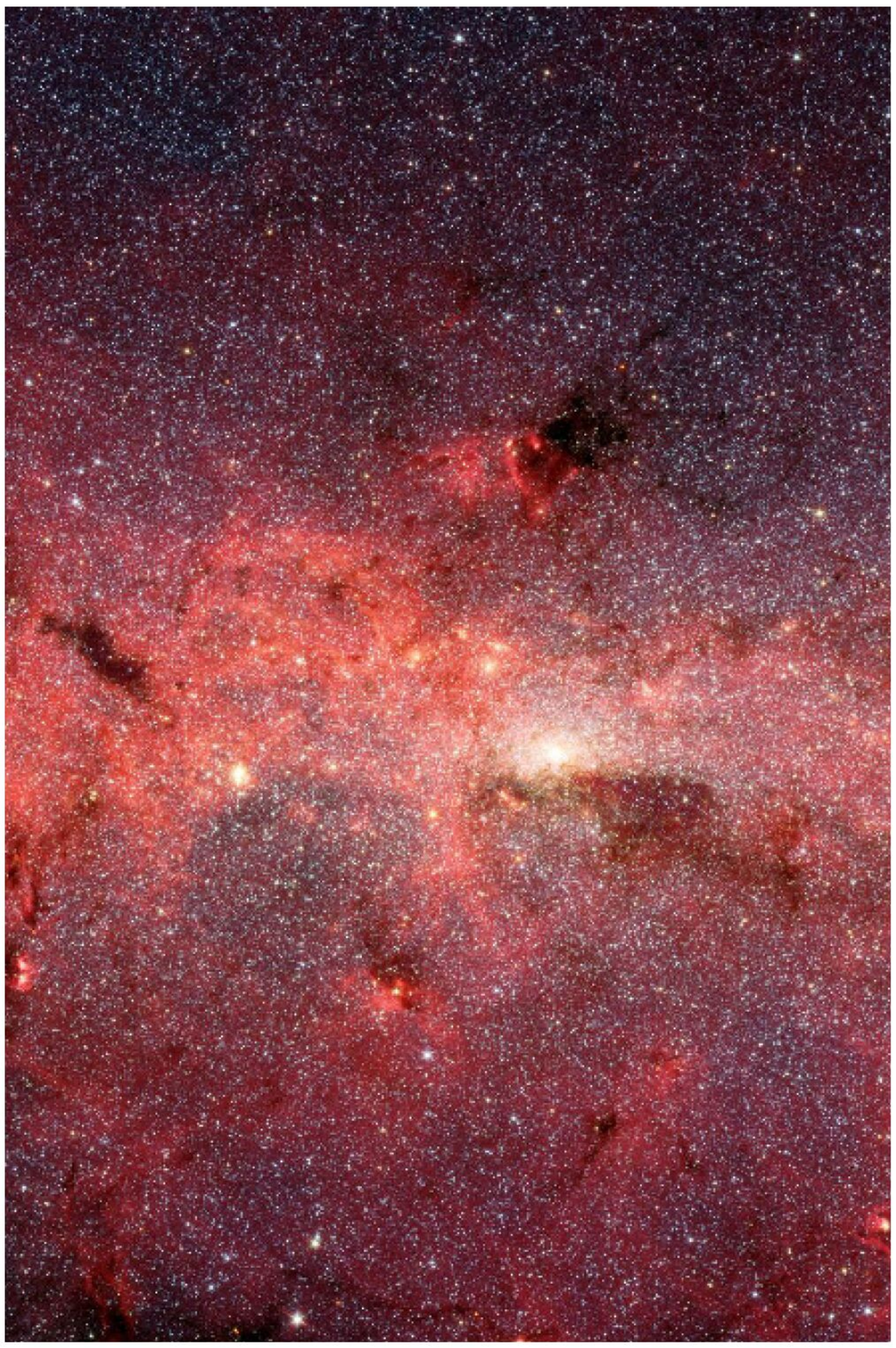
▲◀ Quante supernove?

TELESCOPIO SPAZIALE HUBBLE E WEBB, 2016 E 2023

Nel 2016 il telescopio spaziale Hubble ha individuato un'immagine multipla di una supernova, soprannominata "Supernova Requiem", in una galassia che subisce l'effetto di lente gravitazionale dovuto all'ammasso di galassie MACS J0138. La luce della stella è distorta dalla gravità dell'ammasso e concentrata in tre punti diversi (i cerchi nell'immagine in alto). Nella stessa galassia, a novembre 2023, il telescopio spaziale Webb ha individuato una seconda supernova a immagini multiple (immagine in basso). Si tratta del primo sistema conosciuto che produce più di una supernova a immagine multipla.

Nasa, Esa, Csa, STScI, Kevin Luhman (Psu), Catarina Alves de Oliveira (Esa)





Nasa, Caltech, Susan Stolovy (SSC, Caltech)

▲ Folla in centro

TELESCOPIO SPAZIALE SPITZER, 8 OTTOBRE 2019
Il centro della Via Lattea è nascosto agli occhi indiscreti dei telescopi ottici, per via delle nubi di polvere e gas che lo permeano.

La camera a infrarossi del telescopio spaziale Spitzer vede attraverso la polvere e rivela le stelle dell'affollata regione del centro galattico. Webb offrirà una visione a infrarossi molto migliorata, che metterà in luce stelle più deboli e dettagli più nitidi.

◀ Piccole nane brune

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 13 DICEMBRE 2023
All'interno dell'ammasso stellare IC 348, ripreso dallo strumento NirCam (Near-Infrared Camera) di Webb, gli astronomi hanno individuato tre piccole nane brune libere (nei riquadri a destra), oggetti troppo piccoli per essere stelle ma più grandi della maggior parte dei pianeti. La più piccola ha una massa pari a solo tre o quattro volte quella di Giove, il che impone di rivedere certi aspetti delle teorie sulla formazione delle stelle.

Esa, Csa, STScI, Joseph DePasquale (STScI), Alyssa Pagan (STScI), Anton M. Koekemoer (STScI)

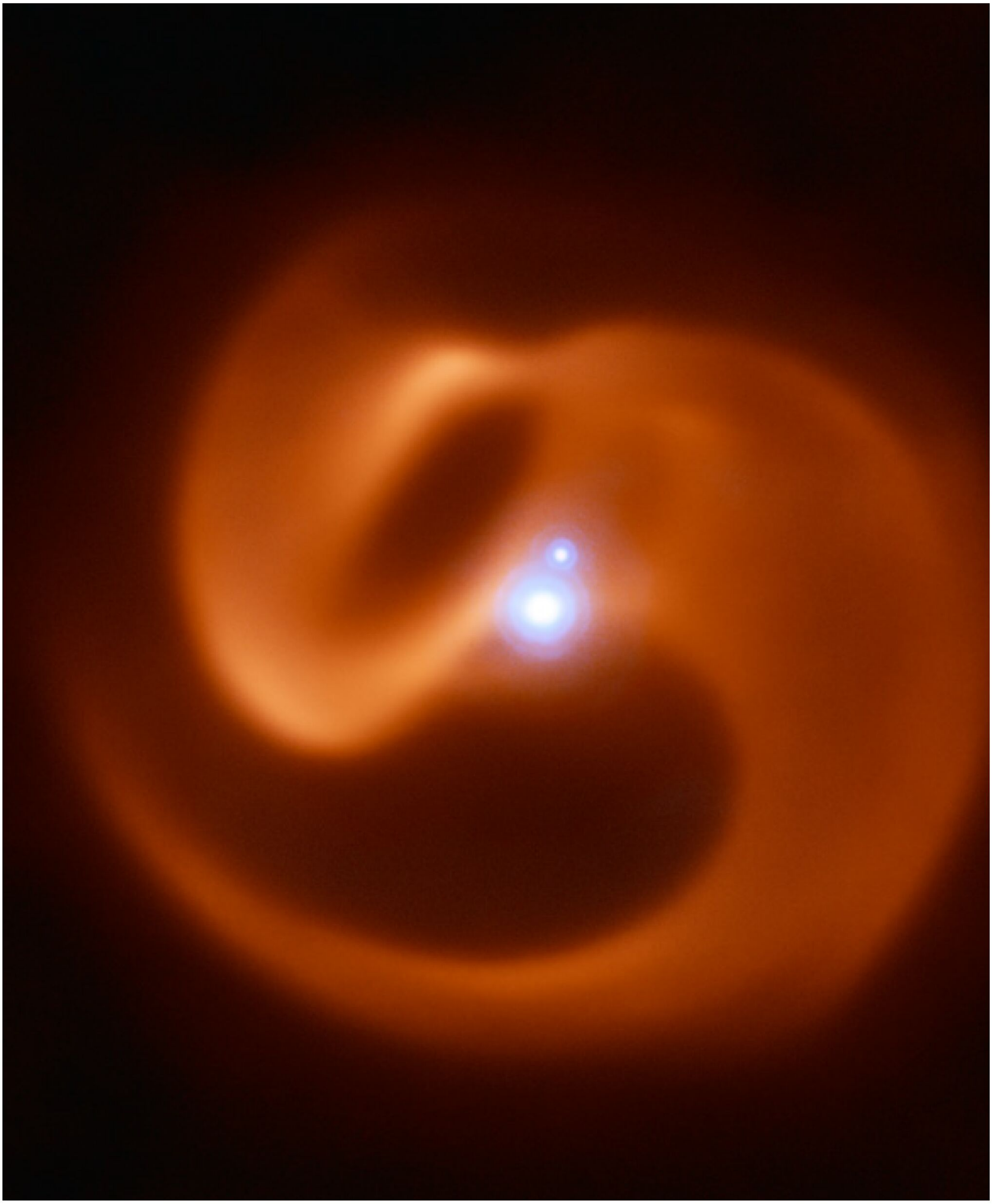
▲ Espulsioni di gas

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 16 NOVEMBRE 2022
I getti di gas di questa protostella, nella nebulosa oscura L1527, scavano nel materiale che la circonda e la alimenta, creando cavità sopra e sotto, i cui confini si illuminano di arancione e azzurro in questa ripresa all'infrarosso.

Nasa, Esa, Csa, Joseph DePasquale (STScI), Anton M. Koekemoer (STScI)

▲ Appena nate

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 26 LUGLIO 2023
L'immagine ad alta risoluzione in luce infrarossa mostra la coppia di stelle ancora in formazione nota come Herbig-Haro 46/47. Le due stelle, molto vicine, si trovano al centro delle linee rosse di diffrazione e appaiono come macchie giallo-arancioni. Le stelle impiegano milioni di anni per formarsi completamente. Herbig-Haro 46/47 ne ha solo qualche migliaio: obiettivi come questo permettono di capire come le stelle accumulano massa nel corso del tempo e potenzialmente come si è formato il nostro Sole.



Eso, Joseph R. Callingham (Eso)

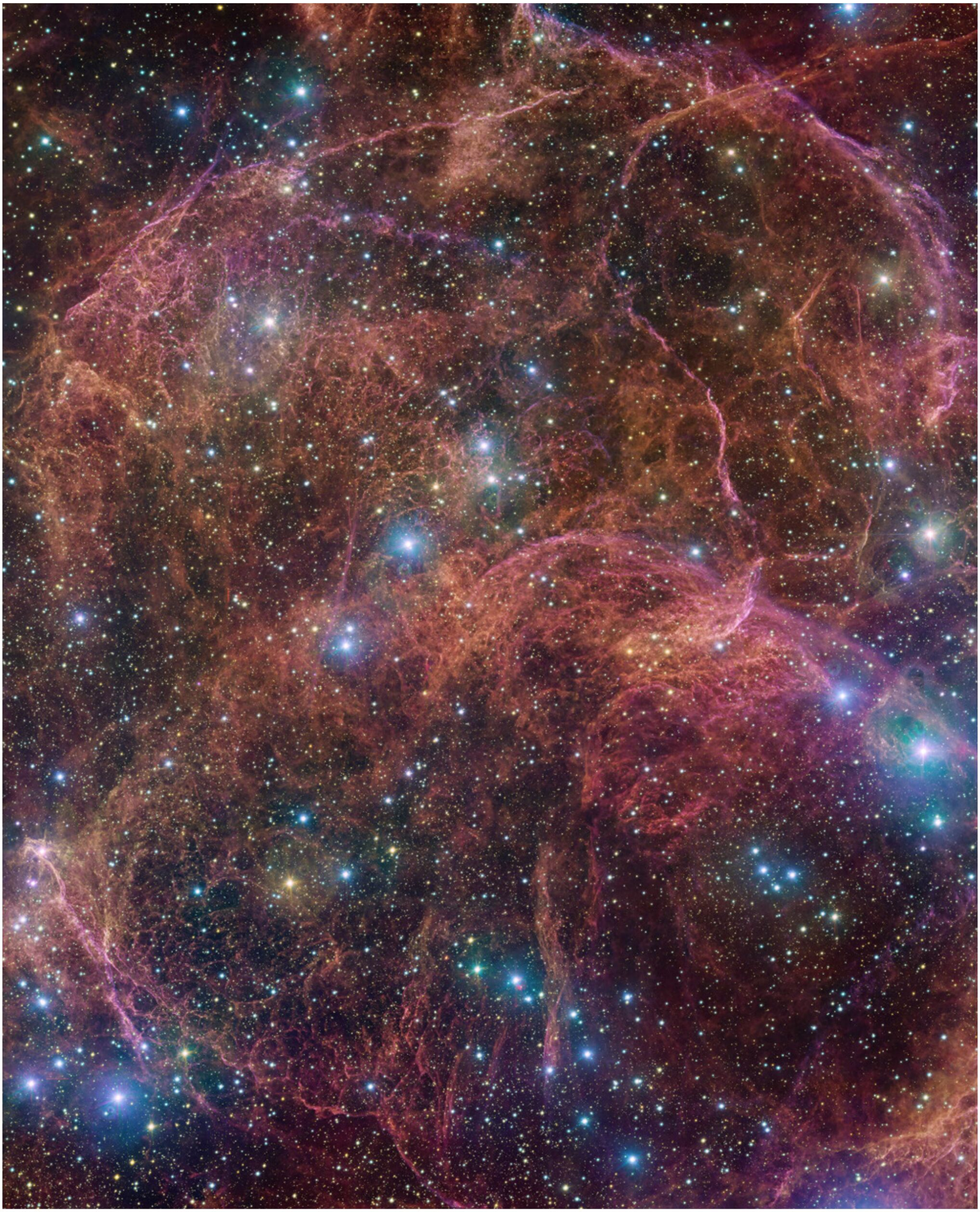
▲ Polvere di stelle

EUROPEAN SOUTHERN OBSERVATORY, 18 NOVEMBRE 2020
Quando i venti stellari di stelle massicce si scontrano in sistemi di stelle binarie o multiple di tipo Wolf-Rayet (il preludio all'ultimo atto di vita di una stella massiccia) si producono grandi quantità di polvere cosmica, che forma un caratteristico disegno a girandola. La polvere calda si illumina nel medio infrarosso, rilevabile dal telescopio spaziale Webb. La conferma dell'origine della polvere aiuterà a spiegare la misteriosa sovrabbondanza che si trova nelle galassie, fondamentale per il successivo sviluppo di stelle, pianeti e della vita come la conosciamo.

Nasa, Esa, Gilles Chapdelaine

▲ Ammasso globulare

TELESCOPIO SPAZIALE HUBBLE, 22 FEBBRAIO 2021
Messier 92 (M 92) è uno degli ammassi globulari più luminosi della Via Lattea.

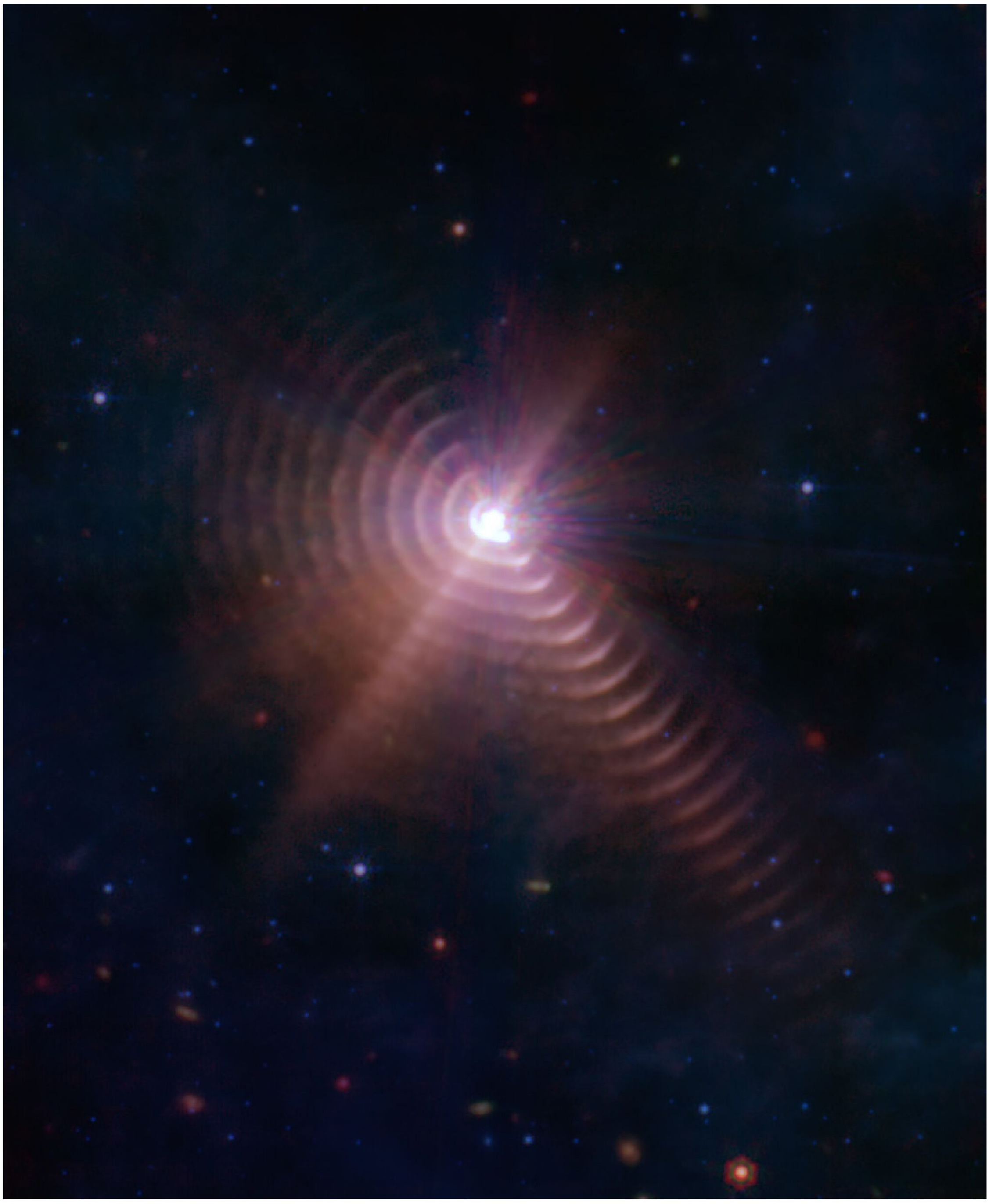


Eso/Vphas+ team. Acknowledgement: Cambridge Astronomical Survey Unit

▲ Profondo rosa

VLT SURVEY TELESCOPE, 29 MAGGIO 2023

Non sono le stelle le protagoniste di questa regione nella costellazione della Vela. Ciò che attira l'attenzione è la gigantesca ragnatela rosa di filamenti intrecciati di gas, vale a dire tutto ciò che resta di una stella un tempo massiccia esplosa come supernova circa 11.000 anni fa. Il "resto della supernova" Vela è uno dei più vicini alla Terra, a soli 800 anni luce di distanza.



Nasa, Esa, Csa, STScI, NASA-JPL, Caltech

▲ Le signore degli anelli

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 12 OTTOBRE 2022
I gusci di polvere cosmica, creati dall'interazione tra stelle binarie, sembrano anelli di accrescimento di un albero intorno a WR 140, una delle due componenti. La notevole regolarità nella spaziatura riflette la regolarità con cui le stelle orbitano una intorno all'altra, trovandosi vicine ogni otto anni.

COSMOLOGIA LA RISPOSTA DELLE RISPOSTE

COME È NATO L'UNIVERSO? E SE FINIRÀ... COME FINIRÀ? LE SCOPERTE PIÙ RECENTI HANNO COMPLICATO GLI INTERROGATIVI FONDAMENTALI CHE L'UMANITÀ SI PONE DAL TEMPO DEI PRIMI FILOSOFI GRECI. SONO ENTRATE IN SCENA L'ACCELERAZIONE COSMICA, LA MATERIA OSCURA E UN'ENERGIA ANCORA PIÙ "OSCURA". FORSE, RISCRIVERE IL BIG BANG SARÀ L'AVVENTURA DEL TERZO MILLENNIO.

Nasa, Esa, Csa, STScI, Brant Robertson (UC Santa Cruz), Ben Johnson (CfA), Sandro Tacchella (Cambridge), Marcia Rieke (University of Arizona), Daniel Eisenstein (CfA)

▲ Prima generazione

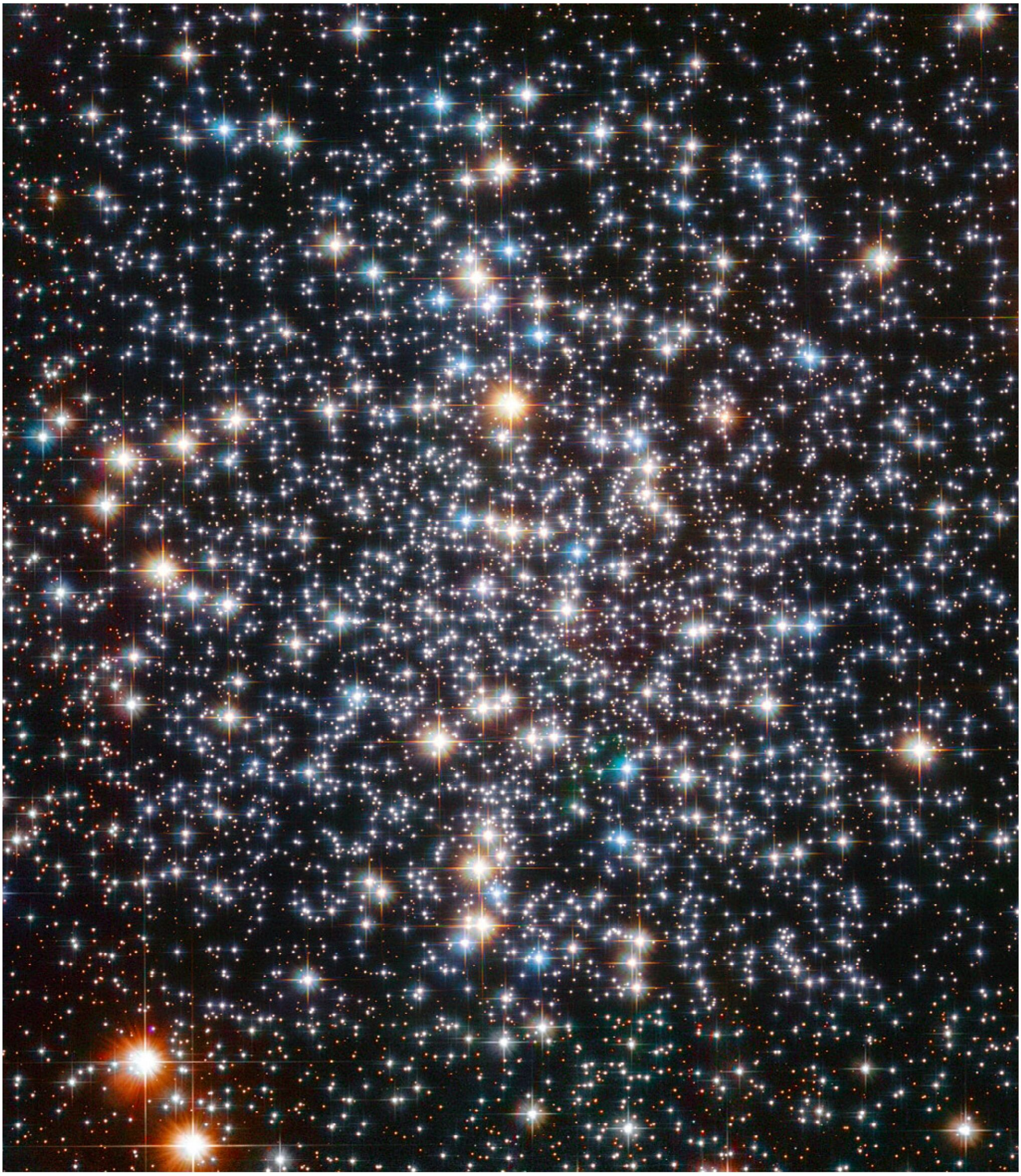
TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 4 MARZO 2024
Quest'immagine dello strumento NirCam (Near-Infrared Camera) di Webb mostra una parte del campo di galassie Goods-North, nell'Orsa Maggiore.

Nel riquadro è evidenziata la galassia GN-z11, una delle più antiche mai osservate. Risale a 430 milioni di anni dal Big Bang e la sua particolare luminosità, che finora è stata un mistero, sembra dovuta alla presenza di un buco nero supermassiccio che sta consumando materia estremamente attiva.

Grazie a Webb, gli scienziati hanno anche trovato nella galassia alcune prove della presenza di stelle di popolazione III. Composte esclusivamente da idrogeno ed elio, sono le prime ad aver illuminato l'universo. Finora non sono mai state osservate, ma gli scienziati sanno che devono esistere.

▲ Finestra sul passato

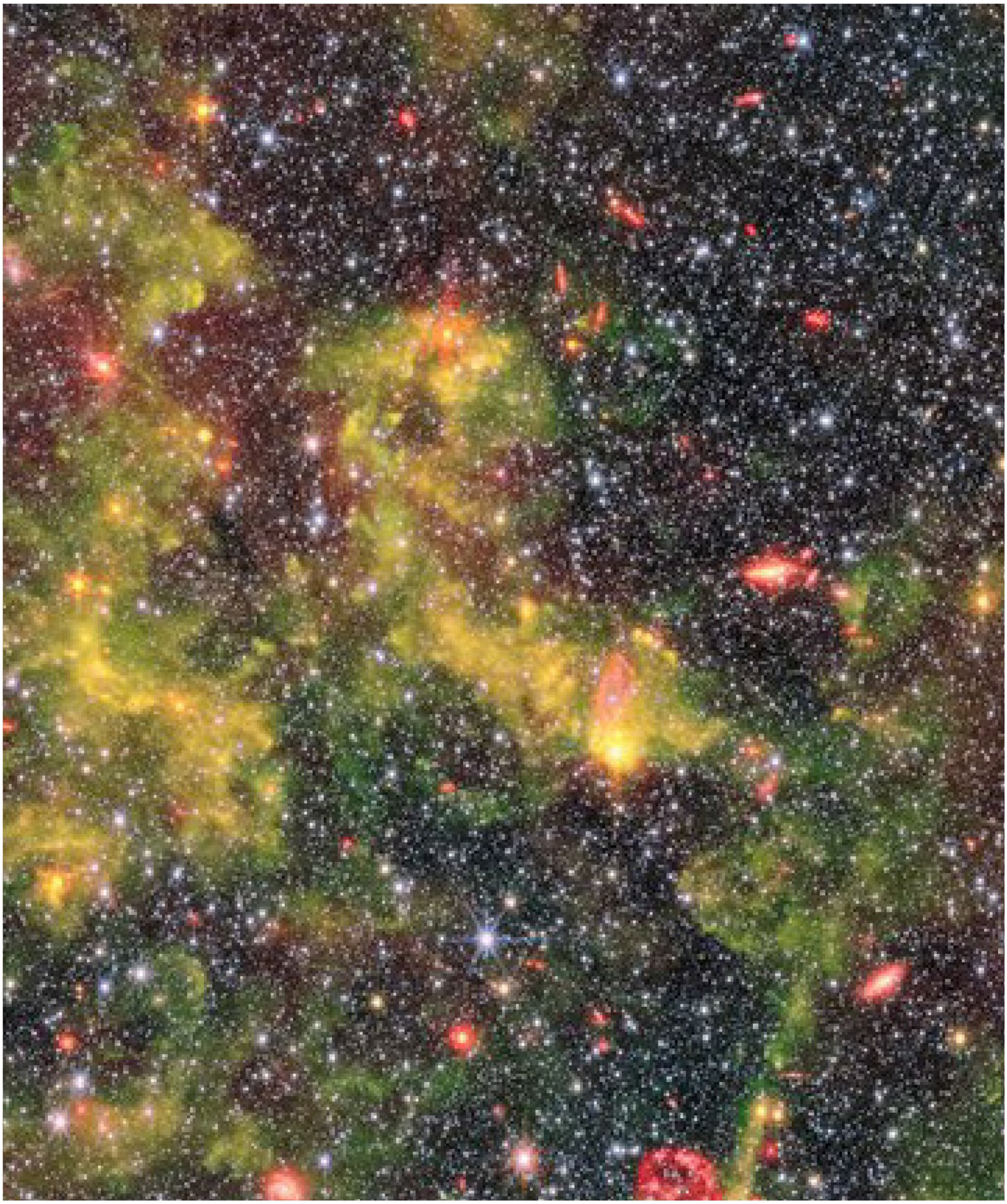
TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 6 SETTEMBRE 2022
Strutture di stelle appena nate mai viste prima nella Nebulosa Tarantola aprono una finestra sul passato dell'universo.



Esa/Webb, Nasa e Csa, M. Meixner

▲ L'anello mancante

TELESCOPIO SPAZIALE HUBBLE, 3 SETTEMBRE 2012
Un'immagine dell'ammasso globulare Messier 4, che ospita centinaia di migliaia di stelle.
Gli astronomi sospettano che al suo interno si nasconda un buco nero di massa intermedia, a lungo cercato. I buchi neri sembrano infatti avere solo due taglie: piccoli e giganteschi. Si stima che la nostra galassia contenga circa 100 milioni di buchi neri di piccole dimensioni (diverse volte la massa del Sole), creati da stelle esplose. L'universo in generale è invece invaso da buchi neri supermassicci (milioni o miliardi di volte la massa del Sole) al centro delle galassie. L'anello mancante sono i buchi neri di massa intermedia, da 100 a 100.000 volte la massa del Sole. Come si formano, dove si trovano e perché sembrano essere così rari?



▲ Il ciclo della polvere

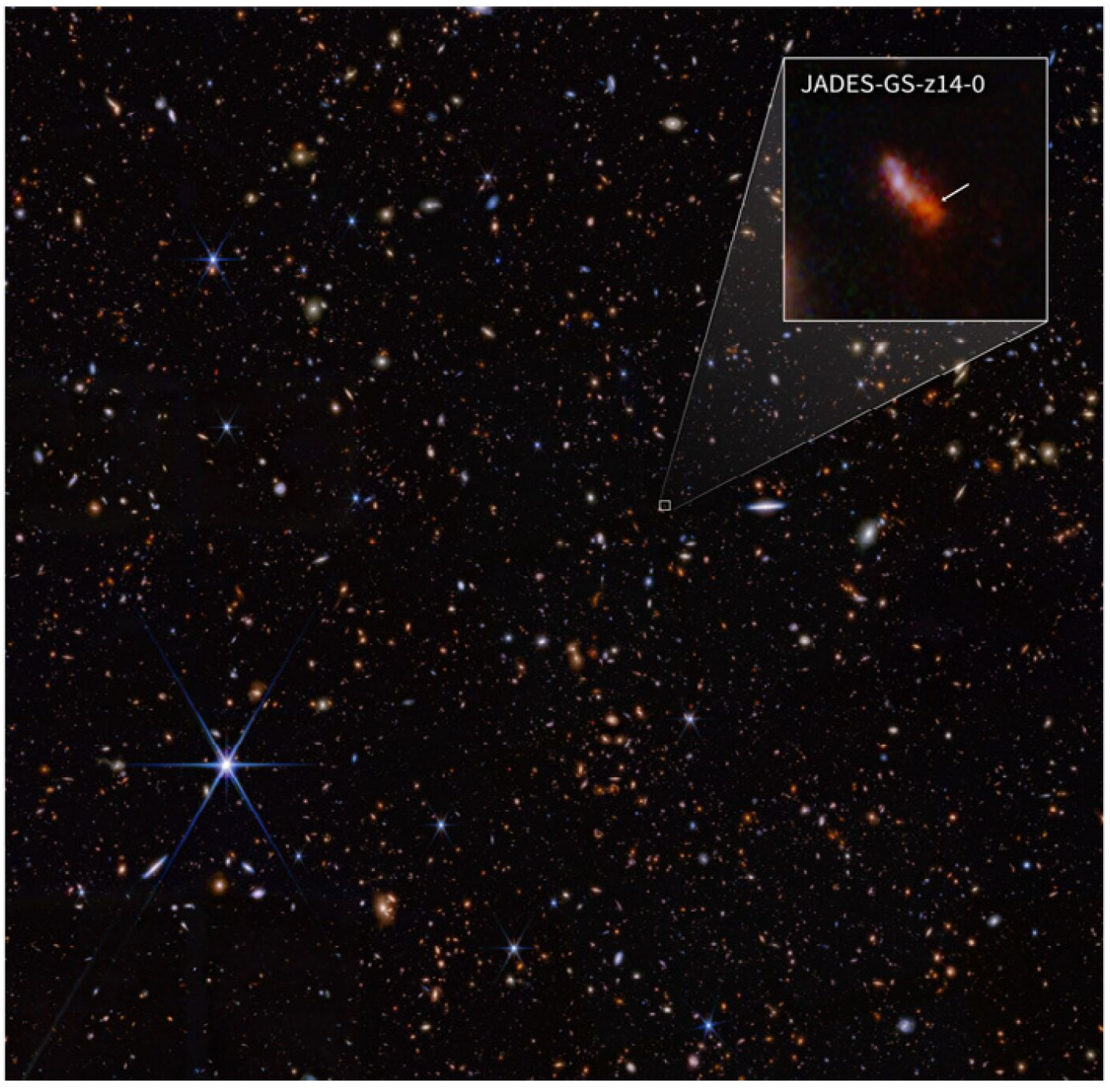
TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 31 LUGLIO 2023
La galassia irregolare NGC 6822 si trova a circa 1 milione e 500 mila anni luce ed è il nostro vicino più prossimo dopo le galassie satellite della Via Lattea. Ha una bassa metallicità, vale a dire che contiene basse percentuali di elementi che non siano idrogeno ed elio, e che sono in gran parte prodotti dalle stelle nel corso della loro vita. Gli oggetti come NGC 6822 sono interessanti per comprendere come si sono svolti nell'universo primordiale alcuni processi, come l'evoluzione delle stelle e il ciclo di vita della polvere interstellare.

Censimento cosmico

TELESCOPIO SPAZIALE EUCLID, 23 MAGGIO 2024
L'ammasso di galassie Abell 2764 (in alto a destra), a 1 miliardo di anni luce da noi, contiene centinaia di galassie che orbitano all'interno di un alone di materia oscura. Con il suo campo largo, Euclid ha catturato una grande quantità di oggetti celesti: galassie, ammassi di galassie più distanti, galassie che interagiscono generando flussi di stelle. Grazie ai dati raccolti si potrà censirli e misurare la distribuzione di materia.

Giovane e antica

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 30 MAGGIO 2024
Questa immagine all'infrarosso di Webb è stata scattata dallo strumento NirCam del telescopio per il programma Jwst Advanced Deep Extragalactic Survey (o Jades). I dati di NirCam sono serviti a determinare quali galassie studiare ulteriormente con osservazioni spettroscopiche. Per una di queste, Jades-GS-z14-0 (nel riquadro), è stato misurato un redshift di 14,32, che permette di classificarla come la più distante finora conosciuta. Risale a meno di 300 milioni di anni dopo il Big Bang.



▶ Il pinguino e l'uovo

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 12 LUGLIO 2024
La galassia a spirale distorta al centro e la galassia ellittica compatta a sinistra, che ricordano un pinguino accanto al suo uovo, sono unite da un abbraccio cosmico. Una nuova immagine nel vicino e medio infrarosso di Webb, scattata in occasione del suo secondo anno di attività scientifica, mostra la loro interazione, caratterizzata da un debole bagliore blu a forma di U rovesciata. La coppia, nota come Arp 142, si è incontrata per la prima volta tra 25 e 75 milioni di anni fa.

Nasa, Esa, Csa, Stsci

Nasa, Esa, Csa, Simon Lilly (ETH Zurich), Daichi Kashino (Nagoya University), Jorryt Matthee (ETH Zurich), Christina Eilers (Mit), Rob Simcoe (Mit), Rongmon Bordoloi (Ncsu), Ruari Mackenzie (ETH Zurich)

◀ L'universo trasparente

TELESCOPIO SPAZIALE WEBB, 12 GIUGNO 2023
In questa regione di spazio, tra le costellazioni dei Pesci e di Andromeda, ci sono più di 20.000 galassie. Al centro dell'immagine si vede il quasar J0100+2802, un buco nero supermassiccio attivo che agisce come un faro, illuminando il gas intorno. Di fronte al quasar si trovano diverse galassie, che risalgono a poco prima della fine della cosiddetta "era della reionizzazione", quando l'idrogeno primordiale che permeava l'universo è passato dallo stato neutro a quello ionizzato, diventando al tempo stesso trasparente alla luce. Gli studiosi sono da tempo alla ricerca di indizi che spieghino cosa è successo durante questo periodo.

ONDE GRAVITAZIONALI NELLA RETE DI LISA

LE ANTENNE DEL FUTURO ASCOLTERANNO IL ROMBO DEI BUCHI NERI
E IL RONZIO SISMICO DELL'UNIVERSO

Lisa Pathfinder ha dimostrato che è possibile controllare e misurare il movimento di due masse in condizioni di caduta libera nello spazio con la precisione necessaria per la rilevazione di onde gravitazionali

Esa - C.Carreau

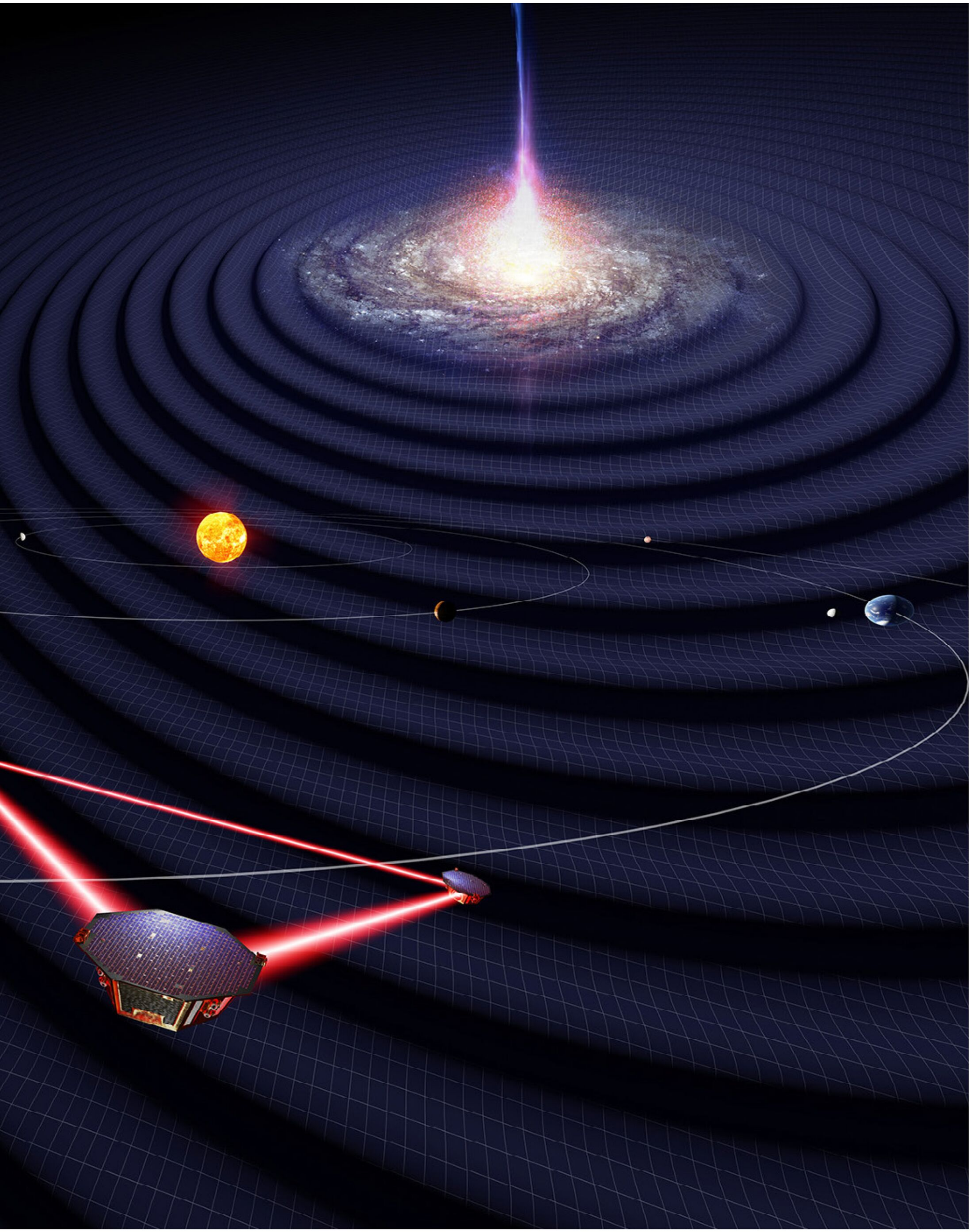
Ego/Virgo

▲ Veduta aerea di Virgo, il rivelatore di onde gravitazionali dell'European Gravitational Observatory (Ego) che si trova a Cascina, vicino Pisa

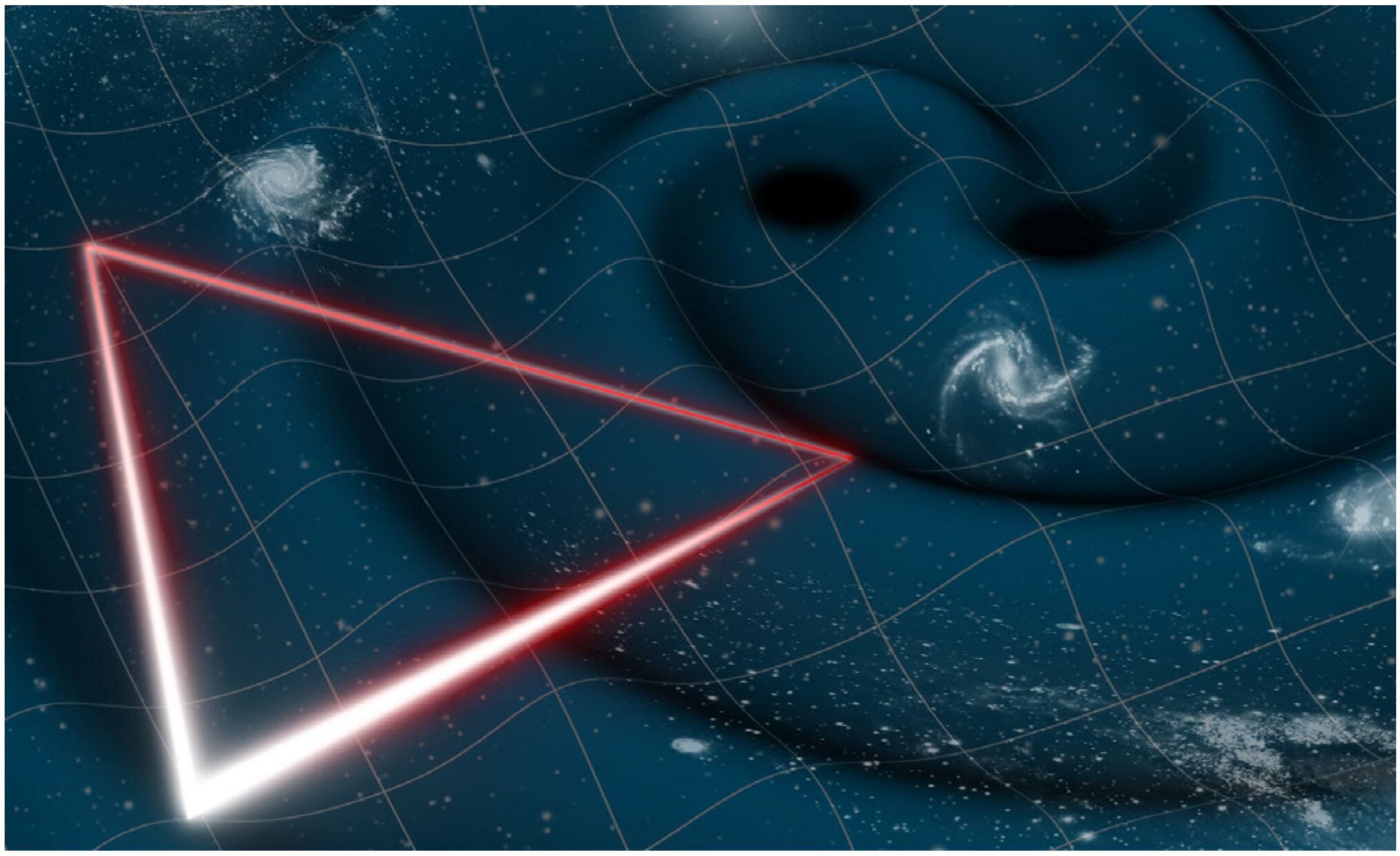
L'astrofisica del futuro sarà in gran parte scandita da ricerche svolte nella "finestra" delle onde gravitazionali, che per adesso è quasi inesplorata. Come le onde elettromagnetiche si distribuiscono in uno spettro molto ampio, che dai raggi gamma passa per i raggi X, l'ultravioletto, la luce visibile, l'infrarosso, le microonde e le onde radio corte, medie e lunghe, così le onde gravitazionali hanno uno spettro di frequenze diverse a seconda dei meccanismi che le producono: stelle massicce che collassano, buchi neri che si fondono tra loro, sistemi binari di pulsar, formazione di stelle di neutroni, rotazione di oggetti massicci e così via. Finora le osservazioni di onde gravitazionali si limitano a coalescenze di buchi neri e collassi di stelle di neutroni, perché le antenne disponibili sono adatte a captare la lunghezza d'onda che questi fenomeni generano. Ma altre antenne sono in costruzione per estendere lo spettro osservabile.

Il progetto più ambizioso è Lisa (Laser Interferometer Space Antenna), per il quale l'Agenzia spaziale europea ha già svolto con successo il test "Lisa Pathfinder", nel 2015. L'obiettivo di Lisa, il cui lancio potrebbe avvenire nel 2037, sono le onde gravitazionali prodotte da stelle binarie nella nostra Via Lattea e da buchi neri supermassicci in altre galassie. L'antenna sarà costituita da tre satelliti posti ai vertici di un triangolo equilatero, distanti tra loro più di 2 milioni e 500 mila chilometri. La costellazione di sonde spaziali si muoverà sull'orbita ▶

▶ i tre satelliti della missione Lisa seguiranno la Terra nella sua orbita intorno al Sole, restando a 50 milioni di chilometri dal nostro pianeta



University of Florida / Simon Barke (CC-BY 4.0)



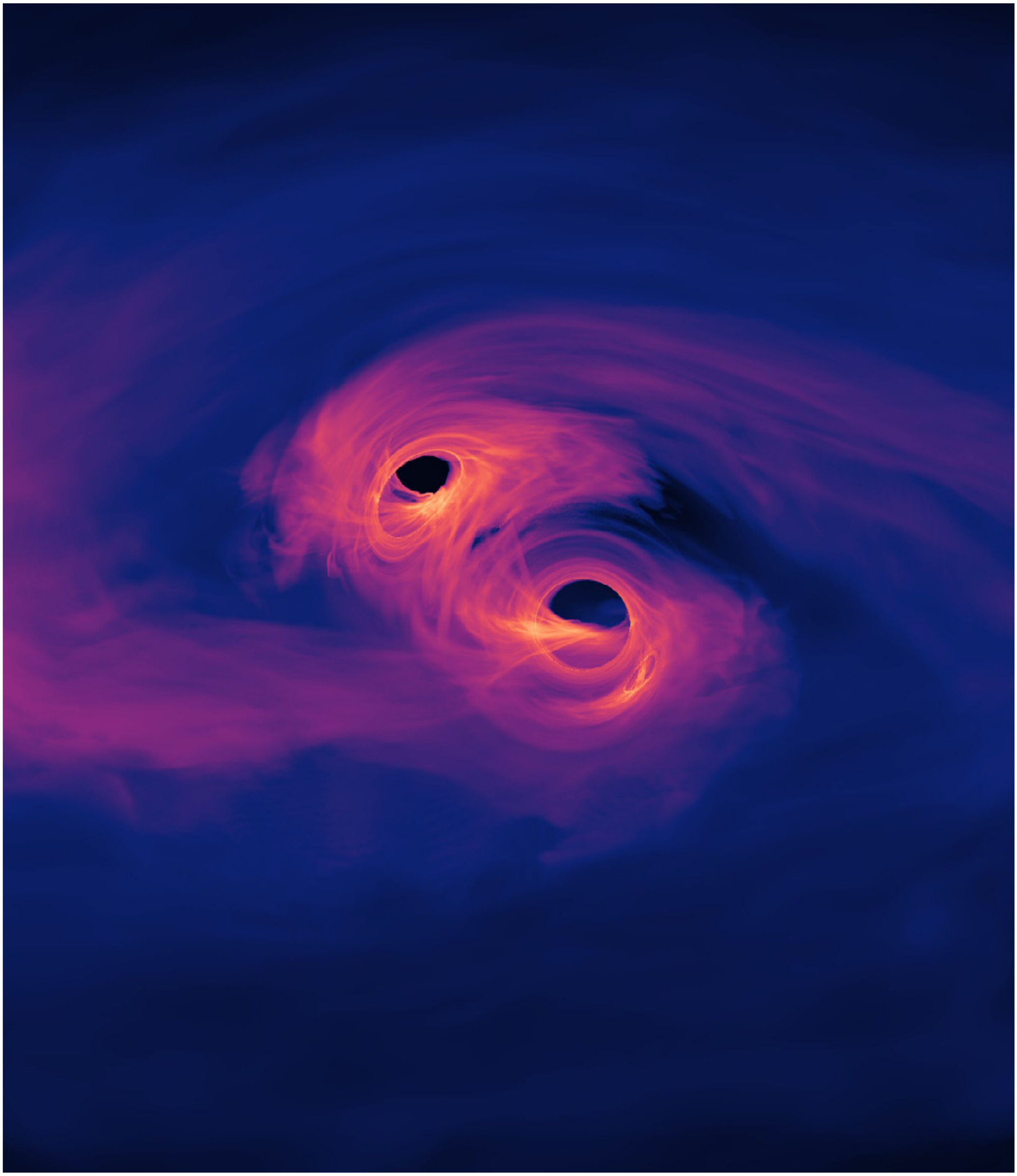
della Terra, cioè a 150 milioni di chilometri dal Sole, ma a 50 milioni di chilometri dal nostro pianeta. La distanza fra i tre satelliti ai vertici del triangolo varierà lievemente al passaggio di onde gravitazionali. Grazie all'interferometria laser le variazioni saranno misurabili con precisione estrema. Le sorgenti laser avranno la potenza di 1 W e saranno osservate tramite piccoli telescopi di 30 cm di apertura. Le onde captabili da Lisa avranno frequenze da 1 decimillesimo di Hertz a 1 Hertz. I risultati si aggiungeranno a quelli dell'Einstein Telescope (Et) in progetto in una miniera della Sardegna e ci daranno notizie fondamentali sulla struttura dell'universo primordiale. Recente è la scoperta che un "brusio" di onde gravitazionali riempie lo spazio cosmico. A generare tale rumore di fondo, che increspa lo spazio-tempo, sono gli innumerevoli buchi neri che spiraleggiano l'uno intorno all'altro prima di collidere tra loro lanciando un segnale gravitazionale più forte, una specie di "grido" che per un istante sovrasta il "ronzio". È una scoperta/osservazione eccezionale, che fa il paio con quelle lenti gravitazionali che un po' ovunque, in ogni direzione, distorcono il propagarsi della luce su distanze cosmiche. Nel 2015, gli scienziati notarono per la prima volta il "brusio", ma rimanevano dubbi sull'affidabilità dell'osservazione. Ora nuove prove indicano l'esistenza di un costante ronzio ambientale noto come "onda gravitazionale di fondo".

▲ La missione Lisa dell'Esa sarà il primo osservatorio spaziale dedicato a rilevare le increspature nel tessuto dello spazio-tempo. Queste increspature, che chiamiamo "onde gravitazionali", vengono emesse durante alcuni degli eventi più potenti dell'universo, come la fusione tra buchi neri

Le onde potrebbero provenire da coppie di buchi neri supermassicci e suggeriscono che il tessuto dell'universo sia continuamente in vibrazione.

«Queste osservazioni rivelano un universo increspato e rumoroso, con in sottofondo la sinfonia cosmica delle onde gravitazionali», ha commentato Sean Jones, del Dipartimento di scienze matematiche e fisiche della National Science Foundation (Usa). Va in frantumi la percezione di un universo statico e si delinea sempre più nitidamente l'universo dominato dalla relatività generale di Einstein. Fisici e astrofisici hanno annunciato la scoperta il 27 giugno 2023, in una serie di articoli del North American Nanohertz Observatory for Gravitational Waves (NanoGrav), pubbli-

I ricercatori dell'osservatorio statunitense NanoGrav hanno rilevato quello che potrebbe essere il "brusio" di fondo delle onde gravitazionali

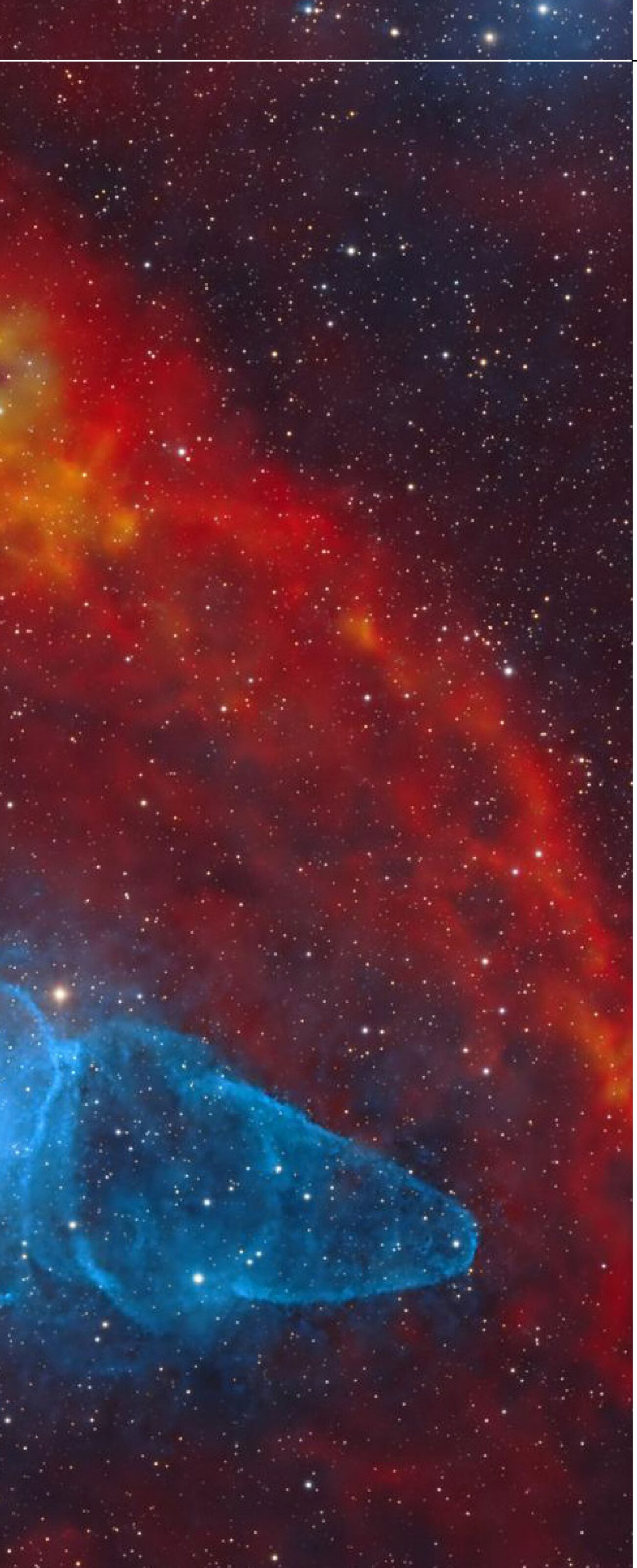


▲ Simulazione dell'emissione di onde gravitazionali prodotta durante la fusione di due buchi neri

cati su «Astrophysical Journal Letters». Team indipendenti in Europa, India, Cina e Australia hanno poi pubblicato ricerche che descrivono lo stesso ronzio. La prova decisiva è arrivata da 15 anni di documentazione delle onde radio emesse dai resti di stelle esplose, le pulsar scoperte da Jocelyn Bell negli anni Sessanta. «I dati precedenti ci dicevano che stavamo sentendo qualcosa, ma non sapevamo cosa. Ora sappiamo che si tratta di musica proveniente dall'universo gravitazionale. Continuando ad ascoltare, probabilmente saremo in grado di cogliere le note dei vari strumenti che suonano in questa orchestra cosmica», ha spiegato Scott Ranson, del National Radio Astronomy Observatory. ■

ASTROFILI ALLA RISCOSSA

CON STRUMENTI SEMPRE PIÙ SOFISITICATI GLI AMANTI DEL CIELO SFIDANO I "SUPER-OCCHI" SPAZIALI



Le immagini che avete visto fino a qui sono il meglio che strumenti formidabili, come i telescopi spaziali James Webb, Euclid e Hubble, hanno trasmesso dai loro punti di osservazione privilegiati, privi di inquinamento luminoso e di turbolenza atmosferica.
Necessariamente spaziali sono i telescopi per osservare il cielo in raggi Gamma e X nell'ultravioletto, nel lontano infrarosso e nelle microonde, perché a queste lunghezze d'onda l'atmosfera assorbe completamente la radiazione elettromagnetica. Le dimensioni degli strumenti posti nello spazio sono però limitate dai razzi che devono lanciarli. Molto più potenti - Elt avrà uno specchio di 39 m! - sono i telescopi al suolo che lavorano nella banda della luce visibile, e nuove tecnologie per compensare in tempo reale i disturbi atmosferici, nonché la collocazione ad alta quota in luoghi bui (Ande del Cile, isole Canarie e Hawaii), li rendono più che competitivi con i telescopi ottici spaziali.
Gli astronomi dilettanti hanno raccolto la sfida. Manovrando via Internet telescopi remoti prenotabili a tutte le latitudini, anche sotto il cielo australe, o usando sofisticati strumenti domestici dotati di filtri, che lasciano passare solo la luce "utile", riescono a ottenere risultati di qualità assolutamente professionale. Sensori ad accumulo di fotoni e software di elaborazione fanno il resto. Qui presentiamo un panorama rappresentativo delle immagini ottenute dai più esperti, arroccati sulla frontiera tecnologica. E gli astrofili che vivono in città inquinate dalla luce e non hanno dimestichezza con gli strumenti remoti? Bene: da qualche anno nuovi telescopi "intelligenti" - Celestron Origin, Unistellar, Zwo - permettono di scandagliare il cielo profondo dal balcone di casa. ■

Nebulosa Sh2-129

LUIGI MORRONE

SII:24x1200s, Ha:6x1200s, OIII:108x1200s

- **Telescopio:** Takahashi FSQ-106ED
- **Camera:** FLI PL16083
- **Località:** Spagna
- **Data:** maggio-agosto 2021
- **Filtri:** SHO Astrodon
- **Elaborazione**: Pixinsight and PS

Nebulosa Delfino - Sh2-308

EGIDIO VERGANI

- **Località:** deserto di Atacama, Cile
- **Telescopio:** Chilescope T2 (Newton, apertura 500 mm, focale 1900 mm)
- **Camera:** FLI16803
- **Filtri:** Astrodon RGB True Balance Gen II e H-alpha/SII da 5 nm
- **Esposizione:** 3 ore e 50 minuti totali

Elaborazione personale dei dati ottenuti dal progetto SahRA

NGC 1333

MASSIMILIANO PERI

- **Telescopio:** AG70 Tecnosky
- **Montatura:** CEM60 iOptron
- **Camera:** 268 Mono e Omegon VeTec 571C
- **Filtri:** L-pro e RGB

Nebulosa California - NGC 1499

ANA GULIC

- **Pose:** 12 ore in 4 giorni, Luna da 67% a 92%
- **Telescopio:** Astrografo AG60 Tecnosky
- **Camera:** Ares-C 533 raffreddata Player One Astronomy con filtro L-eXtreme
- **Montatura:** ibrida Hem 15 IOptron sulla mezza colonna Tecnosky
- **Sistema di acquisizione:** Mini pc Tecnosky con Nina e Phd2
- **Elaborazione:** Pixinsight

Galassia di Bode - M 81

GIULIANO MONTI

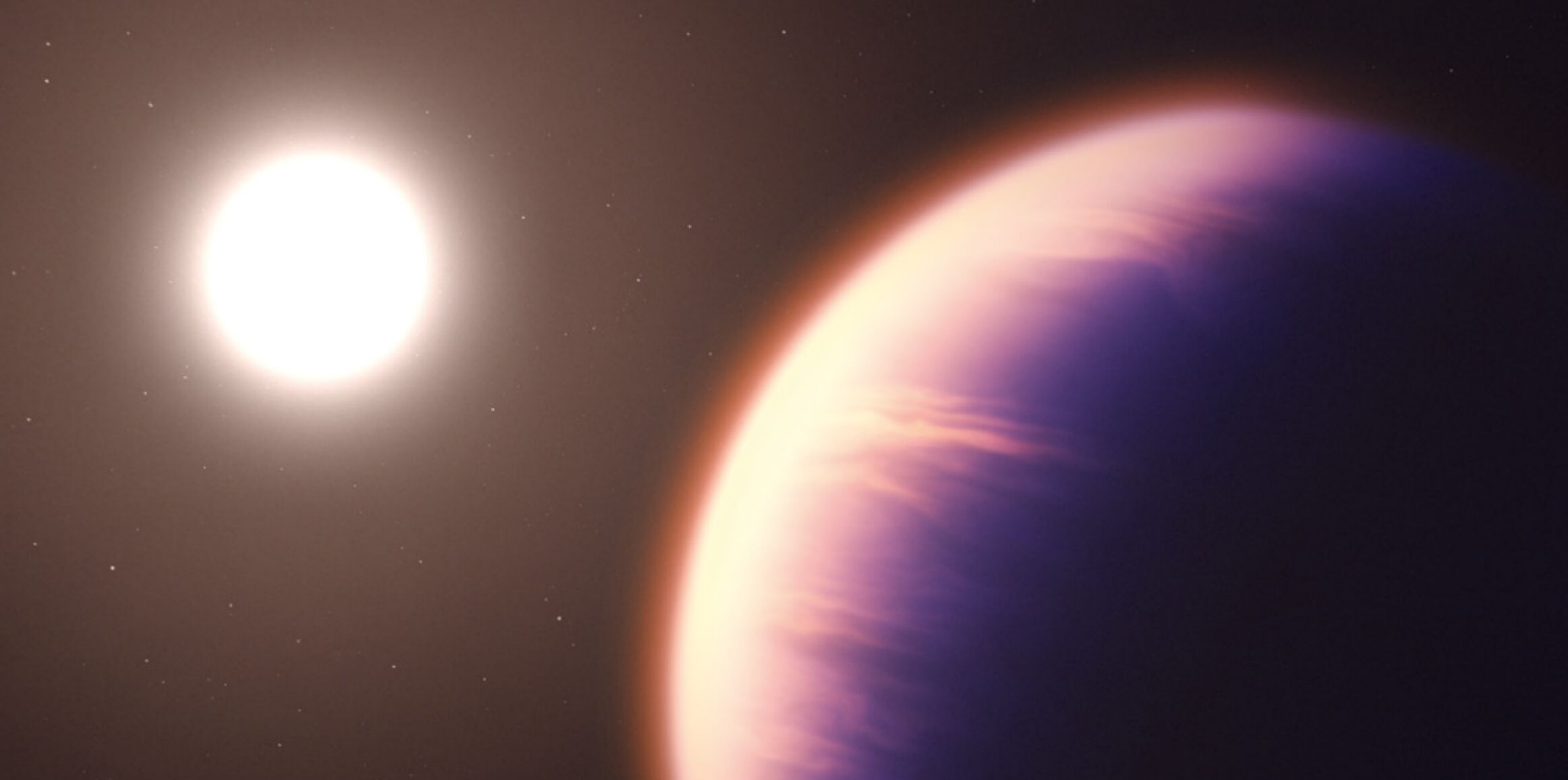
- **Telescopio:** Newton 250 F3,4
- **Montatura:** CEM60 iOptron
- **Camera:** QHY 533 colore
- **Filtro:** Idas D1
- **Esposizione:** 4 ore con scatti da 5 minuti
- **Elaborazione:** Pixinsight e Photoshop

Nebulosa Medusa - IC 433

JASON V. RHODES

- **Telescopio:** Celestron C14 e Hyperstar
- **Camere:** QHY294C e QHY294M
- **Montatura:** Ioptron Cem 120EC
- **Elaborazione:** Pixinsight

9 ore di ripresa in H-Alpha e circa 8 ore di ripresa in RGB, per un totale di quasi 18 ore di ripresa



IL NUOVO UNIVERSO
LA RIVOLUZIONE ASTRONOMICA DEL XXI SECOLO

Bimestrale - prezzo di copertina 9,90 € - sk@sprea.it

La Divisione Scienza di Sprea edita anche:
BBC SCIENZE - BBC SKY AT NIGHT

Cover: Luca Patrian
Coordinamento: Milena Sacchi
Realizzazione editoriale a cura di: Sered Srl
Consulenza tecnica: Piero Bianucci, Alberto Agliotti
Impaginazione: Lunasia Edizioni Srl

Sprea S.p.A.
Sede Legale: Via Torino, 51 20063 Cernusco Sul Naviglio (Mi) - Italia
PI 12770820152- Iscrizione camera Commercio 007463501

CDA: Luca Sprea (Presidente), Alessandro Agnoli (Amministratore Delegato), Mario Sprea, Giulia Spreafico, Stefano Pernarella

ADVERTISING, SPECIAL PROJECTS & EVENTS
Segreteria: Emanuela Mapelli - Tel. 02 92432244 - emanuelamapelli@sprea.it

SERVIZIO QUALITÀ EDICOLANTI E DL
Sonia Lancellotti, Luca Majocchi: Tel. 02 92432295
distribuzione@sprea.it - 351 5582739

ARRETRATI
Arretrati: si acquistano on-line su www.sprea.it/arretrati
abbonamenti@sprea.it 329 3922420

FOREIGN RIGHTS
Paolo Cionti: Tel. 02 92432253 - paolocionti@sprea.it

SERVIZI CENTRALIZZATI
Art director: Silvia Taietti
Grafici: Alessandro Bisquola, Nicole Bombelli, Tamara Bombelli, Nicolò Digiuni, Marcella Gavinelli, Luca Patrian
Coordinamento: Chiara Civilla, Tiziana Rosato, Roberta Tempesta, Silvia Vitali
Amministrazione: Erika Colombo (responsabile), Irene Citino, Desirée Conti, Sara Palestra - amministrazione@sprea.it
Ufficio Legale: Francesca Sigismondi

BBC Sky At Night, registrata al tribunale di Milano il 10/4/2006 con il numero 241.
ISSN: 2974-8712.
Autorizzazione ROC n° 6282 del 29/08/2001

Direttore responsabile: Luca Sprea

Distributore per l'Italia: Press-Di Distribuzione stampa e multimedia s.r.l. - 20090 Segrate

Distributore per l'Estero: So.Di.P S.p.A. Via Bettola, 18 - 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Tel 02 66030 400 - Fax 02 66030 269 - sies@sodip.it

Stampa: Arti Grafiche Boccia S.p.A.Via Tiberio Claudio Felice,7- 84131 Salerno

Copyright: Sprea S.p.A

Informativa su diritti e privacy
La Sprea S.p.A. è titolare esclusiva della testata BBC Sky At Night e di tutti i diritti di pubblicazione e diffusione in Italia. L'utilizzo da parte di terzi di testi, fotografie e disegni, anche parziale, è vietato. L'Editore si dichiara pienamente disponibile a valutare – e se del caso regolare – le eventuali spettanze di terzi per la pubblicazione di immagini di cui non sia stato eventualmente possibile reperire la fonte. Informativa e Consenso in materia di trattamento dei dati personali GDPR Reg. UE 679/2016 e del Codice Privacy d.lgs. 196/03 cosi come modificato dalle disposizioni di adeguamento alla Legge Italiana D.Lgs 101/2018. Nel vigore del GDPR Reg. UE 679/2016 e del Codice Privacy d.lgs. 196/03 cosi come modificato dalle disposizioni di adeguamento alla Legge Italiana D.Lgs 101/2018. artt. 24 e 25, è Sprea S.p.A. (di seguito anche "Sprea"), con sede legale in Via Torino, 51 Cernusco sul Naviglio (MI). Sprea S.p.a. tratta i dati identificativi e particolari eventualmente raccolti nell'esercizio della prestazione contrattuale. La stessa La informa che i Suoi dati eventualmente da Lei trasmessi alla Sprea S.p.a., verranno raccolti, trattati e conservati nel rispetto del decreto legislativo ora enunciato e nel pieno rispetto dell'art. 32 GDPR Reg. UE 679/2016 per le finalità di trattamento previste per adempiere agli obblighi precontrattuali, contrattuali e fiscali derivanti da rapporti con Lei in essere, per le finalità amministrative e di contabilità, (con base giuridica contrattuale), per le finalità derivanti da obblighi di legge ed esercizio di difesa in giudizio, nonché per le finalità di promozione e informazione commerciale la cui unica base giuridica è basata sul consenso libero e incondizionato dell'interessato, nonché per le altre finalità previste dalla privacy policy consultabile sul sito www.sprea.it, connesse all'azienda. Si informa che, tenuto conto delle finalità del trattamento come sopra illustrate, il conferimento dei dati necessari alle finalità è libero ma il loro mancato, parziale o inesatto conferimento potrà avere, come conseguenza, l'impossibilità di svolgere l'attività e gli adempimenti precontrattuali e contrattuali come previsti dal contratto di vendita e /o fornitura di prodotti e servizi. La avvisiamo, inoltre, che i Suoi dati potranno essere comunicati e/o trattati (sempre nel rispetto della legge), anche all'estero, da società e/o persone che prestano servizi in favore della Sprea che sono state nominate responsabili del trattamento ai sensi dell'art- 28 GDPR Reg. UE 679/2016. Si specifica che non sono effettuati trasferimenti dei dati al di fuori dell'Unione Europea. Si specifica che Sprea S.p.a non effettua trattamento automatizzato di informazione e dati che produca effetti giuridici che Lal riguardano o che incida in modo analogo significativamente sulla Sua persona. In ogni momento Lei potrà chiedere la l'accesso ai sui dati, la rettifica dei suoi dati, la cancellazione dei suoi dati, la limitazione al trattamento e la portabilità dei suoi dati, nonché poi esercitare la facoltà di opposizione al trattamento dei Suoi dati ovvero esercitare tutti i diritti previsti dagli artt. 15, 16, 17, 18, 20, 21 del GDPR Reg. UE 679/2016 e ss. Modifiche di adeguamento legislativo del D.Lgs. 196/03, così come modificato dal D.Lgs 101/2018, mediante comunicazione scritta alla Sprea e/o direttamente al personale Incaricato preposto al trattamento dei dati. Lei potrà altresì esercitare i propri diritti rivolgendosi al Garante della Privacy, con Sede in Piazza Venezia n. 11 – 00187 Roma, Centralino telefonico: (+39) 06.696771,Fax: (+39) 06.69677.3785. Per informazioni di carattere generale è possibile inviare una e-mail a: garante@gpdp.it @pec.it. Sprea S.p.a. La informa che Lei ha il diritto, ai sensi dell'art. 7 GDPR Reg. UE 679/2016 di revocare il consenso al trattamento dei suoi dati in qualsiasi momento. La lettura della presente informativa deve intendersi quale presa visione dell'Informativa ex art. 13 D.Lgs. 196/03 e 13 GDPR Reg. UE 679/2016e l'invio dei Suoi dati personali alla Sprea varrà quale consenso espresso al trattamento dei dati personali secondo quanto sopra specificato. L'invio di materiale (testi, fotografie, disegni, etc.) alla Sprea S.p.A. deve intendersi quale espressa autorizzazione alla loro libera utilizzazione da parte di Sprea S.p.A. Per qualsiasi fine e a titolo gratuito, e comunque, a titolo di esempio, alla pubblicazione gratuita su qualsiasi supporto cartaceo e non, su qualsiasi pubblicazione (anche non della Sprea S.p.A.), in qualsiasi canale di vendita e Paese del mondo.

Il materiale inviato alla redazione non potrà essere restituito.

SPECIALE

IN EDICOLA

DAL 31 LUGLIO

TUTTE LE RISPOSTE ALLE DOMANDE PIÙ CURIOSE

Scansiona il QR Code

Acquistala su www.sprea.it/scienzed&r
versione digitale disponibile dal 28 luglio

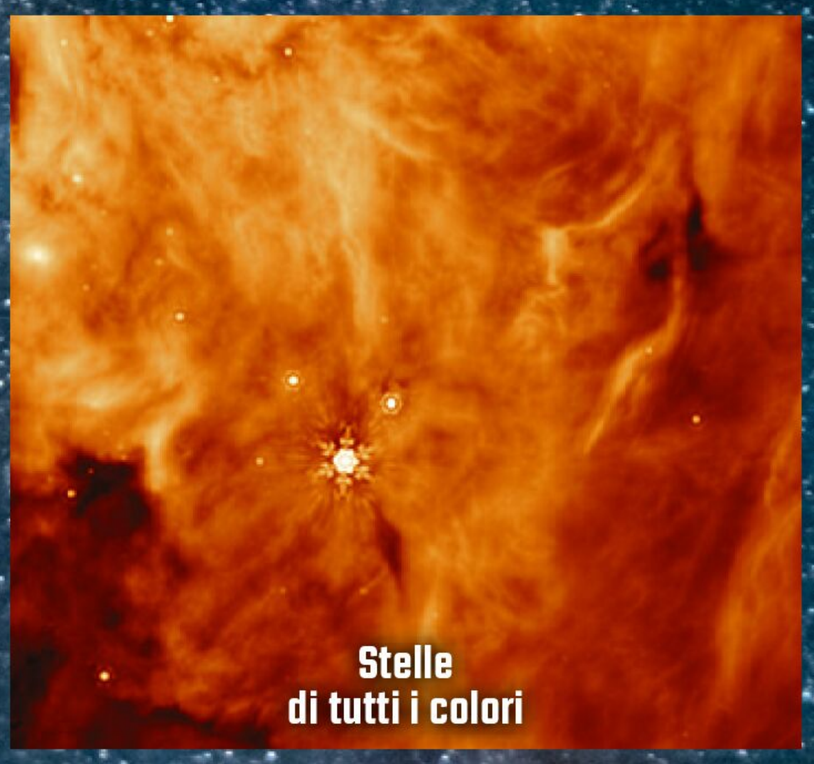
IL NUOVO UNIVERSO

Hubble: il “grande vecchio” ci vede ancora bene

Sistema solare, enigmi non risolti

Colpi di sonda nelle nebulose

Nel grande zoo delle galassie



Stelle di tutti i colori

Cosmologia, la risposta delle risposte

Astrofili alla riscossa

BBC SKY AT NIGHT SPECIALE N.1 · BIMESTRALE · **12,90 €**

9 772974 871023 40001

P.I. 06-08-2024 AGOSTO/SETTEMBRE **CONTO DEPOSITO**